ANNALES
DE
L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

TOXICITÉ D'INGESTION DU CHLORURE MERCURIQUE ET DE DEUX PRODUITS FONGICIDES A BASE DE MÉTHOXYÉTHYLMERCURE

PAR

J. GIBAN

Laboratoire des Vertébrés, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

I. — **Revue bibliographique sur la toxicité par ingestion du chlorure mercurique et de quelques fongicides organomercuriques.**

1. — Toxicité du chlorure mercurique à l'égard de l'homme.
2. — Toxicité du chlorure mercurique à l'égard des animaux domestiques.

II. — **Les essais avec le chlorure mercurique.**

III. — **Les essais avec le chlorure de méthoxyéthylmercure technique.**

IV. — **Les essais avec le silicate de méthoxyéthylmercure technique.**

IV. — **Comparaison de la toxicité des produits expérimentés.**

INTRODUCTION

Durant ces quinze dernières années, sont apparus sur les marchés commerciaux de différents pays, des produits fongicides destinés à la désinfection des semences et contenant des composés organomercuriques comme principe actif. Ces composés semblent parfois assez difficiles à définir de façon précise et de plus, les produits commerciaux sont préparés à partir de produits techniques et non de produits purs. C'est pourquoi il nous a paru utile de procéder à quelques essais afin de préciser un peu la toxicité par ingestion de deux d'entre eux actuellement employés de façon courante en France : le silicate de méthoxyéthylmercure et le chlorure de méthoxyéthylmercure.

La réaction des individus d'une même espèce aux produits mercuriels est une des plus variables que l'on connaisse. Certaines causes de cette

variabilité ont pu être mises en évidence ; c'est ainsi que, en ce qui concerne au moins le chlorure mercurique, nous savons que la résistance d'un individu à ce toxique dépend dans une large mesure du bon fonctionnement de ses reins et de sa résistance aux gastro-entérites.

Par suite, il nous a paru indispensable de procéder à des essais avec le chlorure mercurique afin de donner à nos résultats non une valeur absolue assez discutable puisqu'elle dépend du lot d'animaux expérimentés mais une valeur relative qui se trouve être sûre puisque les essais ont été conduits sur des Rats blancs appartenant au même sexe : femelle et provenant d'un même élevage : celui de notre laboratoire.

Nous indiquerons tout d'abord quelques données bibliographiques sur la toxicité des composés mercuriels.

I. — REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA TOXICITÉ PAR INGESTION DU CHLORURE MERCURIQUE ET DE QUELQUES FONGICIDES ORGANOMERCURIQUES

Dans la littérature, nous n'avons pu trouver concernant la toxicité des composés de méthoxyéthylmercure que le travail de G. Rothes et Havermann (1939) qui est relatif à la possibilité de faire consommer par les animaux de la ferme, les excédents de semences traitées avec ce fongicide. En outre, Sy (1938) a publié une courte revue bibliographique concernant divers fongicides mercuriques qu'il est difficile d'identifier. S'appuyant sur un travail de Riehm (1931) que nous n'avons malheureusement pas pu nous procurer, il préconise le port du masque pour l'exécution des traitements des semences à l'aide des fongicides mercuriques en poudre.

Nos essais relatés plus haut permettant de se faire une idée de la toxicité de deux composés du méthoxyéthylmercure par rapport à celle du chlorure mercurique, il nous a paru intéressant de rechercher les travaux déjà publiés donnant des chiffres précis sur les doses toxiques de ce sel, ce qui par voie de déduction permet de se faire une idée au moins approximative du danger d'emploi des fongicides à base de méthoxyéthylmercure tant pour l'homme que pour les animaux domestiques.

1° **Toxicité du chlorure mercurique à l'égard de l'homme.** — Les cas d'intoxication accidentelle ou volontaire par les composés mercuriels et principalement par le chlorure mercurique sont extrêmement nombreux. Nous nous sommes donc contenté de revoir un certain nombre de traités de toxicologie ou de pharmacologie dont les auteurs ont ou ont eu une indiscutable compétance en la matière.

Orfila (1852) cite des cas d'intoxication mortelle à la suite de l'ingestion de 1 à 16 g de chlorure mercurique avec des survies de 1 à 13 j.

CATHELINEAU (1892) considère comme pouvant être mortelle la dose de 0,150 g mais il cite deux auteurs qui ont rapporté trois cas de survie après des ingestions de 12, 20 et 26 g. Ces cas ne sont sans doute pas indiscutables.

LEWIN (1903 et 1929) pense que la dose de 800 mg est une dose qui provoque la mort des individus dans un délai de 9 à 20 j., tandis que celle de 500 mg peut être considérée comme une « dose léthale moyenne », ce qui correspondrait, abstraction faite de la méthode de détermination, à ce que nous appellerions la dose léthale médiane.

KOBERT (1906) estime que la dose de 180 mg provoque une mortalité de 80 % chez les intoxiqués, malgré l'application des soins alors en usage en pareil cas.

ERBEN (1909) s'appuyant sur 160 références de cas d'intoxication considère que la « dose léthale », il faut entendre vraisemblablement par là que nous appelons la dose léthale 100 %, est de 800 mg par individu mais il ajoute qu'EDER affirme que des doses de 2 à 30 g peuvent exceptionnellement être supportées par l'homme. D'après ce même auteur, la dose toxique du chlorure mercurique est de 100 à 200 mg.

KOHN ABREST (1924) estime que la dose léthale de ce sel varie de 200 à 500 mg suivant les individus.

Pour DOURIS (1935) une intoxication aiguë apparaît à la suite de l'ingestion de doses au moins égales à 150 mg et celle de doses supérieures à 1 g provoque une intoxication suraiguë.

Enfin SOLLMANN (1948) écrit qu'une évolution grave de l'intoxication suit l'ingestion de la dose de 1 g sauf si des vomissements se sont produits précocement, mais que la dose de 500 mg quoique provoquant une intoxication grave n'est pas mortelle même s'il n'y a pas eu de vomissements.

L'opinion d'ensemble qu'on peut adopter nous semble avoir été émise par FABRE et al. (1935) : la dose toxique du chlorure mercurique est de 150 à 200 mg quant aux doses de 800 à 1 000 mg, elles ne sont qu'exceptionnellement non mortelles.

Tous les chiffres cités se rapportent à des adultes. Les doses mortelles sont bien entendu nettement plus faibles pour les enfants. D'après LEWIN (1903 et 1929) et SUGDEN, cité par ERBEN (1909), les doses de 150 et 180 mg sont mortelles pour des enfants.

La dose de 11 à 14 mg par kilo correspond à celle de 800 à 1 200 mg par individu si on admet pour l'Homme un poids moyen de 70 kilos, elle peut donc être considérée comme une valeur approximative de la DL 100 %. D'après ces chiffres et ceux de nos essais, on pourrait donc penser que l'Homme est plus sensible au chlorure mercurique que les Rats blancs de notre élevage.

2° **Toxicité du chlorure mercurique à l'égard des animaux domestiques.** — Il serait naturel de commencer par le *Rat blanc* puisque nous avons opéré nous-même sur cette espèce. Nous n'avons pu trouver qu'une référence à son sujet. Certes le Rat blanc a servi à de nombreux essais toxicologiques mais le mode d'administration généralement employé par les auteurs fut l'injection et non l'ingestion.

Busvine (1951) empruntant son chiffre à un travail de Sollmann et Hanzlik (1939) indique que la DL 50 % par ingestion du chlorure mercurique est de 50 mg par kilo. Nous n'avons pas pu nous procurer ce travail original et nous le regrettons car la différence entre ce chiffre et les nôtres est telle que nous nous demandons si une erreur matérielle de transcription n'a pas pu se produire.

En ce qui concerne le *Lapin*, la documentation est plus riche. La plus ancienne donnée précise que nous ayons trouvée est celle fournie par Cathelineau (1892). Cet auteur a opéré sur 5 Lapins et leur a administré les doses de 10, 20, 40, 50 et 60 mg par kilo ; les 2 premiers lapins furent intoxiqués mais survécurent ; les trois autres moururent respectivement en 5 jours, 48 et 12 heures.

Maurel et Lemosy d'Orel (1907) en conclusion de leurs travaux indiquent que les doses de 40 à 50 mg par kilo assurent une mortalité de 100 % parmi les lapins expérimentés tandis qu'à celle de 30 mg par kilo, la totalité des lapins survivent. Deux ans plus tard Maurel (1909) précise que la dose léthale minima est de 40 mg par kilo.

Tiffeneau (1928) citant Neuberg d'une part et Hesse et Leising d'autre part, donne des chiffres un peu différents puisque pour ces auteurs les doses respectives de 24 et 35 mg par kilo sont des doses mortelles.

Enfin, nous résumons ci-contre les chiffres donnés par Hesse (1925) qui nous paraissent les plus intéressants parce que donnés avec tout le détail expérimental.

Dose ingérée	Mortalité
30 mg/kilo	2/4
35	11/12
40	1/1
50	3/3
100	1/1

Ces chiffres sont en assez bonne concordance avec ceux de Maurel et nous pensons qu'on peut admettre que la DL 100 % par ingestion du chlorure mercurique est d'environ 35 à 40 mg par kilo pour le Lapin.

Le *Chien* est semble-t-il l'animal qui a servi le plus aux expériences d'intoxication par ingestion. Nous n'insisterons pas sur les doses léthales de 100 à 300 mg données par Fröhner (1910) et Fröhner et Völker (1950) et de 500 à 1 000 mg établies par Orfila et citées par Lebeau (1926) car les poids des animaux expérimentés n'étant pas indiqués

par ces auteurs et le poids d'un chien pouvant varier grandement suivant la race, ces chiffres n'ont qu'une valeur réduite.

Parmi les auteurs dont nous retiendrons les expériences, il y a ceux qui ont opéré sous narcose légère, généralement obtenue par piqûre de morphine, et ceux qui ont opéré sans narcose. Dans ce dernier cas, les chiffres obtenus sont plus élevés que dans le premier car l'action de la morphine empêche les vomissements qui se produisent le plus souvent un temps plus ou moins long après l'ingestion d'une solution de chlorure mercurique et qui permettent l'évacuation d'une proportion plus ou moins grande de toxique.

Les travaux que nous avons pu consulter se résument comme suit :

a) *Sans narcose partielle :*

Dose ingérée	Mortalité	Référence
—	—	—
10 mg/kg	0/1	CATHELINEAU (1892)
20	1/4	HESSE (1925-1928)
27	1/1	NEUBER in TIFFENEAU
30	1/3	HESSE (1925)
35	6/6	HESSE (1925)

b) *Avec narcose partielle :*

Dose ingérée	Mortalité	Référence
—	—	—
15 mg/kg	2/3	HASKELL (1929)
15	7/14 *	MC NIDER (1919)
15	18/56	MC NIDER (1918)
20	2/2	HASKELL (1929)

* Le texte ne précise pas le nombre d'animaux expérimentés ; il y eut 14 chiens intoxiqués à des degrés divers mais peut-être il y en avait-il d'autres qui ne furent pas intoxiqués.

On voit donc sur ce tableau que la DL 100 % et la DL 0 % du chlorure mercurique ingéré sous narcose partielle sont très voisines de celles que nous avons trouvées pour le Rat dans nos essais.

En ce qui concerne les autres Mammifères domestiques, nous n'avons que des données assez imprécises puisqu'elles sont constituées par des indications de doses léthales par individu sans que soit mentionné le poids des animaux. Ces données qui sont toutes empruntées à FRÖHNER (1910 et 1950) se résument comme suit :

Espèce	Dose léthale
—	—
Chat	0,100 à 0,300 g
Mouton	4 g
Bœuf	4 à 8 g
Cheval	5 à 10 g

Quant aux oiseaux, une seule donnée a été trouvée. Elle est relative au Pigeon. MAUREL et LEMOSY d'OREL considèrent à la suite de leurs essais que les doses égales ou supérieures à 60 mg par kilo assurent une mortalité totale tandis que celles au plus égales à 50 mg par kilo ne provoquent pas d'accidents mortels. En 1909, MAUREL précise à nouveau que la dose léthale minima est de 60 mg par kilo. Le Pigeon apparaît donc comme assez nettement plus résistant au chlorure mercurique que les Mammifères.

II. — LES ESSAIS AVEC LE CHLORURE MERCURIQUE

a) **Conditions des essais.** — L'échantillon de chlorure mercurique expérimenté était un échantillon cristallisé dont la pureté a été vérifiée.

On a utilisé une solution de ce sel à 4 g dans 100 cm³ c'est-à-dire à une concentration qui nous permit d'administrer moins de 0,25 cm³ par Rat.

Les Rats expérimentés recevaient la dose désirée par ingestion forcée, effectuée à l'aide d'une sonde œsophagienne métallique et d'une seringue de 0,25 cm³ divisée en 10 parties égales ce qui nous permettait une bonne précision malgré le faible volume injecté.

b) **Résultats.** — Nos résultats sont consignés dans le tableau nº I où nous avons exprimé la dose de chlorure mercurique ingéré par la quantité correspondante de mercure. Cette façon de faire nous facilitera les comparaisons ultérieures entre produits mercuriels.

TABLEAU I

Toxicité par ingestion du Chlorure mercurique

Rat		Mg. de Hg. ingéré par kilo	Effet
Nº	Poids		
1	165 g	42,3	Mort en 18 heures
2	180	41,5	18 heures
3	168	41,5	4 jours
4	152	41,3	2 jours
5	145	41,2	4 jours
6	162	41,0	18 heures
7	172	40,8	24 heures
8	129	4,00	18 heures
9	155	4,00	2 jours
10	175	37,0	4 jours
11	212	31,3	3 jours
12	156	30,7	3 jours
13	158	30,3	18 heure
14	162	29,6	2 jours
15	175	29,5	3 jours
16	277	25,3	3 jours
17	206	25,1	5 jours
18	196	24,5	3 jours
19	182	24,3	5 jours
20	199	24,1	4 jours
21	174	21,2	3 jours
22	176	20,9	5 jours
23	214	20,7	Survie
24	183	20,1	Survie
25	150	19.7	Mort en 4 jours
26	140	15,8	24 jours
27	165	15,6	Survie
28	167	15,4	Mort en 7 jours
29	148	14,9	2 jours
30	132	13,9	Survie

Nos chiffres expérimentaux ne permettent pas le calcul d'une DL 50 % mais ils montrent que la zone des mortalités partielles c'est-à-dire celle comprise entre la DL 0 % et la DL 100 % se situe entre 14 et 21 mg de mercure par kilo de poids vif.

III. — LES ESSAIS AVEC LE CHLORURE DE MÉTHOXYETHYLMERCURE TECHNIQUE

a) **Conditions des essais.** — L'échantillon expérimenté est un produit technique servant à la préparation de produits fongicides commerciaux. L'analyse indique une teneur de 39,4 % en mercure. Si nous admettons que tout le mercure est combiné sous la forme de méthoxyéthylmercure, la teneur de cet échantillon en chlorure de ce corps serait de 57,9 %, ce qui vraisemblablement doit être considéré comme une teneur maxima.

TABLEAU II

Toxicité d'ingestion d'un chlorure de méthoxyéthylmercure technique

Rat		Mg. de Hg ingéré par kilo	Effet
N°	Poids		
31	165 g	68,0	Mort en 18 heures
32	164	61,2	18 heures
33	179	59,4	2 jours
34	170	59,1	24 heures
35	171	58,7	2 jours
36	156	53,0	24 heures
37	182	51,9	4 jours
38	238	49,6	3 jours
39	132	49,2	3 jours
40	212	47,3	3 jours
41	132	31,3	5 jours
42	153	30,9	14 jours
43	174	30,5	5 jours
44	156	30,3	5 jours
45	162	29,1	Survie
46	125	26,0	Survie
47	118	25,0	Survie
48	102	23,3	Mort en 8 jours
49	110	21,5	4 jours
50	141	20,9	Survie
51	157	20,7	Survie
52	132	20,1	Survie
53	161	20,1	Survie
54	177	20,0	Survie

Nous avons fait une solution de ce produit au taux de 6 g dans 100 cm^3. Mais comme le produit n'était que partiellement dissous, nous avons utilisé non de l'eau pure mais de l'eau additionnée de 10 % de son poids de gomme arabique. La fraction non dissoute forme après agitation une suspension assez durable pour qu'apparemment, on n'ait pas à

craindre une sédimentation au cours des manipulations précédant immédiatement l'ingestion forcée. Cette dernière a été réalisée à l'aide d'une sonde métallique et d'une seringue de 1 cm^3 divisée en 20 parties égales.

b) **Résultats.** — Le tableau II résume nos données expérimentales. Comme dans le tableau I, nous avons exprimé la quantité de produit ingérée par la quantité correspondante de mercure.

On voit que ce que nous avons appelé la zone des mortalités partielles s'étale entre 21 et 30 mg de mercure par kilo de poids vif.

IV. — LES ESSAIS AVEC LE SILICATE DE MÉTHOXYÉTHYLMERCURE TECHNIQUE

a) **Conditions des essais.** — L'échantillon expérimenté avait une teneur en mercure de 15,9 %. Si comme pour le produit précédent nous admettons que tout le mercure est combiné sous la forme de méthoxyéthylmercure, la teneur de cet échantillon en silicate de ce corps serait de 69,4 %.

TABLEAU III

Toxicité d'ingestion d'un silicate de méthoxyéthylmercure technique

Rat		Mg. de Hg ingéré par kilo	Effet
N°	Poids		
55	169 g	58,8	Mort en 18 heures
56	165	55,4	5 jours
57	161	51,8	3 jours
58	148	51,0	18 heures
59	157	50,6	24 heures
60	144	49,6	48 heures
61	146	49,0	24 heures
62	193	41,1	3 jours
63	168	37,8	4 jours
64	194	32,2	5 jours
65	247	32,1	4 jours
66	230	31,1	3 jours
67	179	31,0	5 jours
68	117	30,5	5 jours
69	144	30,3	5 jours
70	112	30,0	6 jours
71	146	29,9	5 jours
72	155	29,5	5 jours
73	132	21,0	5 jours
74	173	20,6	Survie
75	163	20,6	Mort en 5 jours
76	142	20,0	Survie
77	143	19,9	Mort en 5 jours
78	142	19,5	5 jours
79	151	18,8	Survie
80	138	14,3	Mort en 5 jours
81	124	14,3	Survie
82	128	13,9	Mort en 9 jours

Comme il est insoluble, nous en avons fait une suspension dans de l'eau à 10 % de gomme arabique. Cette suspension contenait 50 mg de produit technique par cm^3. Malheureusement la suspension était très instable de sorte que malgré les précautions prises, les quantités qui furent administrées ne peuvent pas être considérées comme exactes. L'ingestion forcée fut faite à l'aide d'une seringue de 1 cm^3 au 1/20.

b) **Résultats.** — Le tableau III résume les résultats obtenus. Comme précédemment la quantité ingérée y est exprimée par la quantité correspondante de mercure.

On y voit que nous n'avons sans doute pas atteint la DL 0 % mais que la dose de 14 mg de mercure par kilo n'en est certainement pas très éloignée. La zone des mortalités partielles peut être considérée comme se situant approximativement entre 14 et 21 mg de mercure par kilo.

V. — COMPARAISON DE LA TOXICITÉ DES PRODUITS EXPÉRIMENTÉS

Les résultats de nos essais sur Rat blanc femelle réalisés par ingestion forcée se résument donc comme suit lorsque l'on rapporte les quantités ingérées au mercure qu'elles contiennent.

	DL 100 %	DL 0 %
Chlorure mercurique pur	21 mg/kg	14 mg/kg
Chlorure de m. e. mercure technique	30 mg/kg	21 mg/kg
Silicate de m. e. mercure technique	env. 21 mg/kg	env. 14 mg/kg

On voit qu'à quantité égale de mercure, le silicate de méthoxyéthylmercure est aussi toxique que le chlorure mercurique alors que le chlorure du même corps l'est moins puisque sa toxicité n'est environ que de 66 à 70 % de celle du chlorure mercurique.

Ce résultat est assez paradoxal car c'est le composé soluble qui se montre le moins toxique, contrairement à ce qu'on aurait pu attendre. En outre, si, comme l'ont montré Fourneau et Melville (1931), la toxicité des produits mercuriels semble dépendre d'une plus ou moins grande facilité du mercure à se détacher de la molécule, à se « linker » suivant l'expression utilisée par ces auteurs, il devient difficilement compréhensible que cette propriété du mercure soit modifiée quand on change l'acide qui est lié au méthoxyéthylmercure. Il faut donc penser, à notre avis, que la différence de toxicité entre le silicate et le chlorure de ce corps provient des corps autres qui les accompagnaient dans les produits techniques expérimentés.

Si maintenant nous considérons la toxicité des produits essayés de façon intrinsèque, c'est-à-dire indépendamment de leur teneur en mercure, bien évidemment nous trouvons des chiffres nettement différents

puisque les teneurs en mercure sont respectivement de 73,8 % pour le chlorure mercurique, 39,4 % pour le chlorure et 15,9 % pour le silicate de méthoxyéthylmercure. Les données expérimentales se résument alors comme suit :

	DL 100 %	DL 0 %
Chlorure mercurique	28,4 mg/kg	18,9 mg/kg
Chlorure de m. e. mercure technique ..	76,1 mg/kg	53,2 mg/kg
Silicate de m. e. mercure technique ...	env. 88 mg/kg	env. 13,2 mg/kg

Donc, à poids égal de produit, le chlorure de méthoxyéthylmercure technique est approximativement 3 fois moins toxique que le chlorure mercurique et le silicate technique du même corps environ 5 fois moins.

Le silicate de méthoxyéthylmercure bien que renfermant une forme de mercure aussi toxique que celle du chlorure mercurique est néanmoins, à poids égaux, le moins toxique des trois produits essayés.

Reçu pour publication le 29 mai 1952.

BIBLIOGRAPHIE

Busvine (J. R.). — Insects and Hygiene. 143-144, Londres, 1951.

Cathelineau (H.). — Recherches expérimentales sur le bichlorure de mercure. Action toxicologique et physiologique. *Thèse fac. méd.*, Paris, n° 126, 1891-92.

Douris (R.). — Toxicologie moderne. Paris, 1935.

Erben (R.). — Vergiftungen. Kleinischer Teil. , **1,** 334-369. Vienne. Leipzig, 1909.

Fabre (R.), Regnier (M. T.) et Cheramy (P.). — Leçons de Toxicologie : X, toxiques minéraux, 3-33, Paris, 1945.

Fröhner (E.). — Lehrbuch der Toxikologie für Tierärzte. 3e éd., 88-100, Stuttgart, 1910.

Fröhner (E.), Völker (R.). — Lehrbuch der Toxicologie für Tierärzte. 114-123, Stuttgart, 1950.

Haskell (C. C.) et Forbes (J. C.). — The employement of strontium thioacetate as antidote in poisoning by mercuric chloride. *J. Pharm. exp. Therap.*, **35,** 147-153, 1929.

Hesse (E.). — Versuche zur Therapie der Quecksilbervergiftung. *Arch. f. exp. Path. Pharmakol.*, **107,** 43-68, 1925.

Kobert (R.). — Lehrbuch der Intoxikationen. 2, 324-340, Stuttgart, 1906.

Kohn-Abrest. — Traité de chimie toxicologique, 642-677, Paris, 1924.

Lebeau (A.). — Étude expérimentale de l'intoxication mercurielle chez le chien. *Thèse doct. vétér.*, n° 47, Alfort, 1926.

Lewin (L.). — Traité de toxicologie, 286-320, Paris.

Lewin (L.). — Gifte und Vergiftungen. 4e édit., 251-273, Berlin, 1929.

Mc Nider (W. de B.). — A study of acute mercuric chlorid intoxications in the dog with special reference to the kidney injury. *J. exp. med.*, **27,** 519-538, 1918.

Mc Nider (W. de B.) The susceptibility of naturally nephropatic animals to acute chloride intoxication. *J. med. research*, **39** (NS 34), 461-468, 1919.

Maurel (E.) et Lemosy d'Orel. — Influence de la voie d'administration sur les doses minima mortelles de bichlorure de mercure chez quelques vertébrés. *C. R. Soc. Biol.*, **163,** 21-23, 1907.

ORFILA. — Traité de toxicologie. 5e édit., **1**, 652-740, 1852.

RIEHM. — Gesundheitsschädigungen durch Beizmittel. *Nachrbl. deutsch. Pflanzenschutzd.* **11**, 19-20, 1931.

ROTHES (G.) et HAVERMANN (H.). — Versuche über Verfütterungs möglichkeit von mit « Ceresan » gebeiztem getreide (Gerste und Hafer bei Hühnern, Schweinen und Pferden). *Nachr. über Schädlings Bekämpfung*, 14e A., nº 1, 47-51, 1939.

SOLLMANN (T. H.). — A manual of pharmacology and its applications to therapeutics and toxicology. 7e édit., 1123-1146, Philadelphie et Londres 1948.

SOLLMAN (T. H.) et HANZLIK (P. J.). — Fundamentals of experimental Pharmacology. 2e édit., San Francisco, 1939.

SY (M.). — Die Gefährdung von Mensch und Nutztier durch Pflanzenschutz mittel. *Zeitsch. f. Pflanzenkrankheiten*, nº 48, 1-17, 1938.

TIFFENEAU (M.). — Mercure, in Richet : Dictionnaire de Physiologie, **10**, 662-739, Paris, 1928.

TOXICITÉ COMPARÉE DES SELS DE SODIUM, BARYUM ET CALCIUM DU DINITROORTHOCRESOL A L'ÉGARD DU RAT BLANC ET DU VAIRON

PAR

J. GIBAN

Laboratoire des Vertébrés, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Essais sur rats blancs par ingestion forcée.**

1. — Toxicité du sel de sodium.
2. — Toxicité du sel de baryum.
3. — Toxicité du sel de calcium.
4. — Comparaison des trois sels.

II. — **Essais sur rats blancs par ingestion naturelle.**

III. — **Essais sur poissons.**

1. — Conditions générales.
2. — Essais en eau distillée.
3. — Essais en eau ordinaire.
4. — Rôle de la concentration en calcium.

IV. — **Conclusions.**

Deux de nos collègues du laboratoire de Phytopharmacie, M. G. VIEL et Mlle M. CHANCOGNE, étudiant le pouvoir ovicide des sels de sodium, baryum et calcium du dinitroorthocresol, ont montré (1), en opérant sur des œufs de cheimatobie (*Operophtera brumata* L.) et sur des œufs d'*Ephestia kühniella* ZEIL, que le sel de calcium avait un pouvoir ovicide deux fois plus élevé que celui du sel de sodium et que probablement celui du sel de baryum était intermédiaire.

Il nous a paru intéressant de voir si sur Rat blanc, on retrouvait ces mêmes différences de toxicité entre les trois sels et n'en ayant trouvé que de plus faibles, nous avons alors opéré sur Vairon (*Phoxinus phoxinus* L.) dans l'espoir que ce matériel expérimental serait plus sensible et permet-

(1) Voir à ce sujet : G. VIEL et M. CHANCOGNE. C. R. Ac. Sciences, 231, 1085-1087, 13 nov. 1950. *Ann. I. N. R. A.*, Série C, 2ème A., n° 3-4, 450-455, 1951.

trait par suite une meilleure appréciation du pouvoir toxique de ces trois corps.

Tous nos essais ont été réalisés avec les mêmes échantillons purifiés qui ont servi aux travaux de nos collègues et préparés par eux suivant la méthode qu'ils indiquent dans leurs publications, à l'exception toutefois des essais effectués sur Rat blanc par ingestion naturelle qui l'ont été avec des produits de qualité industrielle.

I. — ESSAIS SUR RATS BLANCS PAR INGESTION FORCÉE

Nous avons utilisé pour nos ingestions forcées qui étaient effectuées à la sonde métallique avec des seringues divisées au 20e de cm^3, des liquides à la concentration uniforme de 1 g de sel de dinitrocrésol pour 100 cm^3. Avec le sel de sodium, nous avions une solution dans de l'eau distillée ; mais avec celui de Ba, nous nous trouvions à une concentration très supérieure à sa solubilité, aussi avons-nous utilisé de l'eau à 10 % de gomme arabique qui permettait de tenir en suspension la partie non dissoute du sel de baryum. Quant au sel de calcium, comme nous nous trouvions un peu au-dessus de sa solubilité ; une petite fraction était non dissoute mais, après agitation, formait une suspension suffisamment stable pour qu'on n'ait pas à craindre d'erreurs importantes dans les doses administrées. Les volumes ingérés ont varié dans l'ensemble de 0,7 à 1,9 cm^3.

1° **Toxicité du sel de sodium.** — Nos résultats sont résumés dans le tableau I.

Ils ne nous permettent pas de déterminer la DL 50 avec une précision satisfaisante, mais on voit que la DL 0 est certainement comprise entre 37 et 43 mg par kg et la DL 100 entre 63 et 68 mg par kg. La zone des doses léthales partielles peut donc être considérée comme étant approximativement entre 40 et 65 mg par kg. Elle est donc très étalée.

2° **Toxicité du sel de baryum.** — Nos essais sont rapportés dans le tableau II. On y voit que la DL 0 peut être considérée comme étant approximativement de 73 mg par kg et la DL 100 de 75 mg par kg. La zone des doses léthales partielles est donc très étroite et on ne peut pas attribuer ce fait à une moindre hétérogénéité des lots de Rats expérimentés car tous provenaient de l'élevage de notre laboratoire et étaient d'âge et de poids comparables.

3° **Toxicité du sel de calcium.** — Le tableau III résume nos essais. On y voit que la zone des doses léthales partielles s'étale entre 46 et 50 mg par kg. Donc, comme pour le sel de Ba, les différences individuelles ne jouent que faiblement.

TABLEAU I

Toxicité du sel de Na du dinitrocrésol à l'égard du Rat blanc par ingestion forcée

Rat			Mg. ingérés par kilo	Effet
N°	Sexe	Poids		
1	Femelle	147 g	102,0	Mort
2	»	141	99,3	»
3	»	152	98,7	»
4	»	173	98,0	»
5	»	185	97,0	»
6	»	172	81,4	»
7	»	164	79,3	»
8	»	156	77,0	»
9	»	164	68,0	»
10	»	158	63,3	Survie
11	Mâle	209	62,2	Mort
12	»	181	60,8	»
13	Femelle	117	59,8	»
14	»	220	59,1	Survie
15	»	153	58,8	Mort
16	Mâle	224	58,0	»
17	»	214	56,0	Survie
18	»	205	48,7	Mort
19	»	288	48,6	»
20	»	268	48,5	»
21	»	208	48,1	Survie
22	»	286	45,5	»
23	»	293	44,3	Mort
24	»	297	43,8	»
25	»	275	43,6	»
26	»	269	37,2	Survie
27	»	250	36,0	»
28	»	218	34,4	»
29	»	290	34,4	»
30	»	251	31,8	»
31	»	226	30,9	»
32	»	277	28,8	»
33	»	280	28,5	»

4° **Comparaison des trois sels.** — Il ressort des résultats précédents que le sel de Ba apparaît comme moins toxique que les sels de Na et de Ca du dinitrocrésol. Mais si, au lieu d'exprimer la dose ingérée en mg de sel par kg de poids vif, nous le faisons en mg de dinitrocrésol contenu dans le sel, nous avons alors le tableau suivant :

	DL 0	DL 100
Sel de Na	36	59
Sel de Ba	54	56
Sel de Ca	42	45

On y voit alors que la zone des doses léthales partielles du sel de Ba vient s'insérer dans celle du sel de Na.

Il est donc très difficile de classer les sels de Na, Ba et Ca d'après leur toxicité ; car suivant que l'on prend la DL 0 ou la DL 100, l'ordre des trois produits est changé. Autant qu'on en puisse juger d'après nos résultats, les DL 50 des trois sels doivent être vraisemblablement voisines mais distinctes.

Tableau II

Toxicité du sel de Ba du dinitrocrésol à l'égard du Rat blanc par ingestion forcée

Rat			Mg. ingérés par kilo	Effet
N°	Sexe	Poids		
34	Mâle	197	86,3	Mort
35	»	218	84,9	»
36	»	222	81,1	»
37	»	217	80,8	»
38	»	125	80,0	»
39	»	166	78,3	»
40	»	211	75,8	»
41	»	186	75,3	»
42	»	227	74,9	Survie
43	»	214	74,8	Mort
44	»	237	71,8	Survie
45	»	220	63,6	»
46	»	240	62,5	»
47	»	214	60,8	»
48	»	200	60,0	»
49	»	216	55,6	»
50	»	222	54,1	»
51	»	211	52,2	»
52	»	195	51,3	»
53	»	217	50,7	»
54	»	261	49,8	»
55	»	201	49,7	»
56	»	207	48,3	»
57	«	220	45,5	»

Tableau III

Toxicité du sel de Ca du dinitrocrésol à l'égard du Rat blanc par ingestion forcée

Rat			Mg. ingérés par kilo	Effet
N°	Sexe	Poids		
58	Mâle	319 g.	53,3	Mort
59	»	214	51,4	»
60	«	214	51,4	»
61	»	296	50,7	»
62	»	238	50,4	»
63	«	202	49,5	Survie
64	»	287	48,8	»
65	»	311	48,3	»
66	»	313	47,8	»
67	»	316	47,5	»
68	»	297	47,2	Mort
69	»	219	45,6	Survie
70	»	315	44,5	»
71	»	270	44,5	»
72	»	205	43,8	»
73	»	233	42,9	»

II. — ESSAIS SUR RAT BLANC PAR INGESTION NATURELLE

Nous avons préparé des appâts constitués par de la farine à laquelle était ajouté de 0,5 à 1 % de sel de Na ou de Ca du dinitrocrésol. Comme nous l'avons déjà dit, les produits employés pour ces essais étaient de qualité industrielle.

Les appâts à base de tels sels sont en général fort mal acceptés. Aussi comme nous cherchions à déterminer les doses léthales nous avons soumis nos rats expérimentés à un jeûne préalable de 24 heures dans l'espoir d'augmenter la consommation d'appât.

La quantité offerte fut de 10 g par kg de poids vif pour les appâts à 0,75 et 1 % de sel et de 20 g par kg pour les appâts à 0,5 %. Au bout de 24 heures, les résidus étaient pesés.

69 rats furent ainsi expérimentés. La dose de sel de Na ou de Ca ingérée est forcément connue avec une moins bonne précision que par la méthode de l'ingestion forcée, les sources d'erreur étant plus nombreuses et plus importantes. Aussi, nous nous contenterons de rapporter nos résultats d'une façon groupée. C'est ce que représente le tableau IV.

TABLEAU IV

Toxicité des sels de Na et de Ca du dinitrocrésol par ingestion naturelle

Dose de sel ingérée	Mortalité	
	avec le sel de Na	avec le sel de Ca
90 à 99 mg-kilo	1/1	1/1
80 à 89 —	1/2	0/1
70 à 79 —	1/5	3/5
60 à 69 —	1/5	3/4
50 à 59 —	2/6	1/5
40 à 49 —	1/5	1/4
30 à 39 —	0/6	0/2
20 à 29 —	0/6	0/3

On voit sur ce tableau que si la DL 0 % des sels expérimentés est pratiquement la même par ingestion naturelle dans un appât que par ingestion forcée d'une solution, il n'en est pas de même de la DL 100 % qui, dans l'ingestion naturelle, peut être supposée être de l'ordre de 100 mg par kg pour le sel de Na et celui de Ca du dinitrocrésol. Nous ne pensons pas qu'une telle différence puisse s'expliquer par la moindre pureté des produits utilisés dans cette deuxième série d'essais, mais bien plutôt par une baisse de toxicité consécutive à la dilution dans une matière alimentaire ce qui est un phénomène bien connu pour un certain nombre de toxiques.

Nous ferons remarquer en passant que l'acceptation des appâts à 1 % a été franchement mauvaise puisqu'elle fut en moyenne de 3,086 g par kg pour le sel de Na et de 5,008 pour le sel de Ca. Elle fut meilleure avec les appâts à 0,5 % de sel de Na puisqu'elle se chiffre en moyenne par 12,056 g par kg, mais soulignons que cette concentration est très insuffisante pour qu'on puisse songer à l'utiliser en vue d'une destruction de rat car sur 24 sujets à qui furent offerts des appâts à cette concentration, 4 seulement furent intoxiqués mortellement.

III. — ESSAIS SUR POISSONS

1° **Conditions générales.** — Tous nos essais ont été réalisés sur Vairon, *Phoxinus phoxinus* L. Nos sujets, capturés en nature, étaient de taille très variable ; en général, leur longueur allait de 43 à 60 mm et leur poids, mesuré sur un échantillon de 21 individus donna comme moyenne 1,56 grames.

Après un temps d'acclimatation dans un grand aquarium, ils étaient mis en expérience par lots de 10 individus. Des petits aquaria de 2 litres, en forme de boule, servaient aux essais. On y versait 1 litre de la solution. L'aération était assurée durant toute l'expérience par une petite pompe à air. Un thermomètre au 1/10e de degré était plongé dans le liquide et permettait à tout instant la lecture de la température qui ne varia guère que de quelques dixièmes de degré au cours de la plupart de nos essais.

Les vairons étaient rapidement égouttés sur une épuisette puis jetés dans l'aquarium. A la fin de l'expérience, ce dernier était vidé sur une épuisette et les survivants étaient mis en observation par lots séparés dans des aquaria de 10 litres où ils recevaient de la nourriture.

Dans tous nos essais, nous avons rapporté la concentration d'une part en milligrammes de sel par litre, mais aussi en ions gramme dinitrocrésol par litre. Il nous était possible ainsi de juger à concentration égale en dinitrocrésol, le rôle que peuvent jouer les ions Na, Ca et Ba dans la toxicité totale des sels essayés.

2° **Essais en eau distillée.** — 12 essais ont été effectués à la fin du mois de juin, à des températures qui ont varié d'un essai à l'autre entre 20°5C et 21°9C soit au total avec une marge de variation inférieure à 1°5C. Ces essais sont résumés dans le tableau V.

Les essais n° 2, 6 et 11 d'une part, les essais n° 3, 7 et 12 d'autre part, qui ont été effectués dans des conditions très comparables, montrent qu'à concentration égale en dinitrocrésol, la toxicité des sels de Na, Ba et Ca est pratiquement la même. Peut-être, le sel de Ca pourrait apparaître comme très légèrement moins toxique mais la comparaison des essais n° 3 et 4 nous montre bien que les différences individuelles peuvent très probablement être supérieures aux différences constatées entre les trois sels

TABLEAU V

Toxicité comparée des sels du dinitrocrésol en eau distillée

Essai N°	Nature du sel	Concentration en sel	Concentration en ion g. au l.	Durée d'immersion	Mortalité	Temps de survie
1	Sel de Na	1 000 mg au l	$4{,}54 \times 10^{-2}$	qq sec	10/10	qq sec
2		5,5	$2{,}50 \times 10^{-5}$	10 mn	10/10	6 à 9 mn
3		2,2	1×10^{-5}	6	10/10	6 à 8 mn
4		2,2	1×10^{-5}	5	0/10	
5		0,22	$0{,}1 \times 10^{-5}$	30	10/10	30 mn. à 12 h.
6	Sel de Ba	6,76 mg au l	$2{,}54 \times 10^{-5}$	10 mn	10/10	4 à 7 mn
7		2,66	$1{,}0 \times 10^{-5}$	6	4/10	10 à 12 mn
8	Sel de Ca	100 mg au l	$4{,}600 \times 10^{-4}$	2 mn	10/10	1 à 2 mn
9		10,85	$5{,}0 \times 10^{-5}$	5	9/10	3 à 5 mn
10		10	$4{,}60 \times 10^{-5}$	5	10/10	2 à 3 mn
11		5,42	$2{,}49 \times 10^{-5}$	10	6/10	15 mn à 3 h
12		2,20	$1{,}01 \times 10^{-5}$	6	7/10	6 à 10 mn

3° **Essais en eau ordinaire.** — 15 essais ont été réalisés à la fin du mois de mai à des températures variant de 16°8 à 20°2. L'eau utilisée était celle alimentant le laboratoire. On peut estimer d'après des analyses faites qu'elle contient approximativement 145 milligrammes au litre de sels de calcium exprimés en CaO.

Nos résultats sont résumés dans le tableau VI.

TABLEAU VI

Toxicité comparée des sels du dinitrocrésol en eau ordinaire

Essai N°	Nature du sel	Concentration en sel	Concentration en ion g. au l.	Durée d'immersion	Mortalité	Temps de survie
13	Sel de Na	100 mg au l	$4{,}54 \times 10^{-4}$	5 mn	10/10	2 à 5 mn
14		50	$2{,}27 \times 10^{-4}$	5 mn	10/10	2 à 5 mn
15		25	$1{,}135 \times 10^{-4}$	10 mn	8/10	10 mn à 2 h 30 mn
16		10	$0{,}454 \times 10^{-4}$	30 mn	1/10	30 mn
17	Sel de Ba	100	$3{,}76 \times 10^{-4}$	5 mn	10/10	2,5 à 6 mn
18		50	$1{,}88 \times 10^{-4}$	5 mn	10/10	3 à 6 mn
19		25	$0{,}94 \times 10^{-4}$	10 mn	5/10	14 mn à 1 h
20		10	$0{,}37 \times 10^{-4}$	30 mn	1/10	en 24 h
21	Sel de Ca	100	$4{,}60 \times 10^{-4}$	5 mn	10/10	3 à 4,5 mn
22		50	$2{,}30 \times 10^{-4}$	5 mn	9/10	3 à 8 mn
23		25	$1{,}15 \times 10^{-4}$	10 mn	4/10	40 mn à 1 h 20 mn
24		10	$0{,}46 \times 10^{-4}$	30 mn	8/10	30 mn à 24 h
25		6	$0{,}276 \times 10^{-4}$	30 mn	0/10	
26		5	$0{,}23 \times 10^{-4}$	30 mn	3/10	en 24 h
27		1	$0{,}04 \times 10^{-4}$	30 mn	0/10	

En comparant tout d'abord ce tableau au précédent, nous voyons que nous retrouvons approximativement les mêmes mortalités pour des temps d'immersion égaux à des concentrations en dinitrocrésol 10 fois moins élevées dans le cas de l'eau ordinaire que dans celui de l'eau distillée. Les sels de calcium de l'eau du robinet auraient donc joué le rôle protecteur qu'on leur connaît bien en général.

Si l'on confronte les différents sels entre eux, on constate pour les expériences comparables des différences assez peu significatives. Les trois sels de Na, Ba et Ca peuvent être considérés comme étant pratiquement de même toxicité.

4° **Rôle de la concentration en calcium.** — Nous avons voulu préciser le rôle protecteur des sels de calcium que les expériences précédentes laissent supposer. Pour cela, nous avons fait dans de l'eau distillée une solution de sel de Na du dinitrocrésol à 2,2 mg de ce sel au litre ce qui correspond à une concentration de 10^{-5} ions-gramme de dinitrocrésol au litre. A cette solution nous avons ajouté une quantité de sel de calcium calculée de façon à apporter respectivement 0,192, 79 et 200 mg au litre de calcium. Ces chiffres correspondent aux quantités de calcium que l'on aurait eues si on avait utilisé respectivement le sel de Ca du dinitrocrésol, de l'eau ordinaire et de l'eau très calcaire. Bien entendu, une solution sans sel de calcium servait de témoin.

Dans deux premières séries d'expériences résumées dans le tableau VII, c'est une solution de Ca $(OH)_2$ dont nous nous sommes servis pour apporter les quantités de Ca indiquées ci-dessus. Ces expériences furent réalisées au mois de juillet à une température de 20°5 à 21°.

TABLEAU VII

Toxicité du sel de Na du dinitrocrésol en présence de Ca $(OH)_2$
(Concentration uniforme en sel de Na : 2,2 mg au l.)

Essai N°	Concentration en Ca	Durée d'immersion	Mortalité	Temps de survie
21	0 mg au l.	16 mn 45 sec	10/10	11 à 16 mn
22	0,192	17 mn	10/10	12 à 17 mn
23	79	60 mn	3/10	56 à 69 mn
24	200	17 mn	10/10	10 à 17 mn
25	0 mg au l.	10 mn	8/11	10 à 18 mn
26	0,192	10 mn	3/11	14 à 15 mn
27	79	10 mn	0/11	
28	200	10 mn	11/11	20 mn à 1 h

Dans la première série (essais 21 à 24), le temps d'immersion fut prolongé jusqu'à l'obtention de la mortalité totale sauf toutefois en ce qui

concerne l'essai n° 23 pour lequel une immersion d'une heure ne provoqua qu'une mortalité partielle. On y voit que l'apport d'une quantité de calcium correspondant à celle que l'on trouve dans l'eau ordinaire assure une protection indiscutable des vairons à l'égard du dinitrocrésol.

Dans les essais n° 25 à 28, le temps d'immersion a été limité pour tous à 10 mn et la conclusion qu'on peut en tirer est la même que pour les essais précédents.

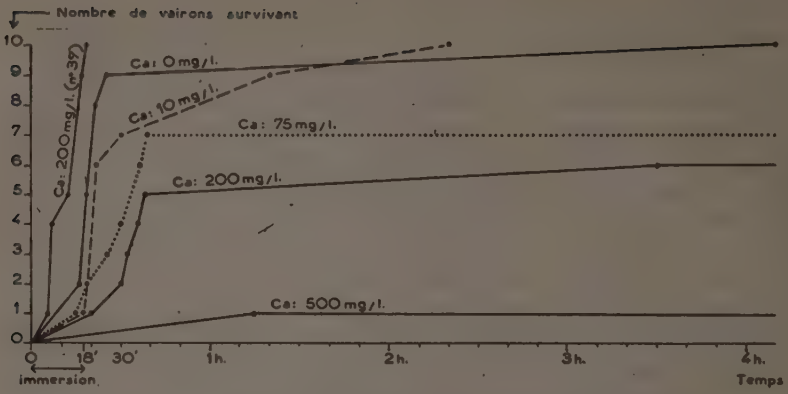
Les essais n° 24 et 28 peuvent paraître anormaux puisque le sel de Na du dinitrocrésol s'y montre aussi toxique que s'il y avait peu ou pas de calcium, bien qu'en réalité dans le milieu se trouvaient 200 mg de calcium au litre. Cette anomalie apparente nous a paru pouvoir s'expliquer par le pH élevé de ces solutions : le pouvoir tampon du sel de dinitrocrésol ne jouant que faiblement devant l'apport très important de $Ca(OH)_2$.

Pour vérifier cette hypothèse nous avons procédé à une autre série d'essais dans laquelle, le sel de calcium utilisé était du chlorure de calcium ; bien entendu, à la concentration de 200 mg de Ca au litre, nous avions deux essais : l'un où l'apport de calcium était réalisé avec du chlorure de calcium et l'autre avec de la chaux. Nous avons gardé pour ces essais la concentration de 10^{-5} ions-gramme de dinitrocrésol au litre. Le pH fut exactement mesuré au pH-mètre électrique. Les essais furent réalisés au mois de mars à la température de 17°4-17°C. La mort des 10 Vairons ayant été obtenue dans le premier essai (sans calcium) en 18 mn c'est cette durée qui fut adoptée pour tous les autres essais de la série.

Les concentrations en calcium et les pH étaient les suivants :

Essai N°	Sel de Calcium		pH
	Nature	Concentration	
33	pas	0 mg/1	6,9
34	$CaCl_2$	10	6,9
35	»	75	6,9
36	»	200	6,9
37	$Ca(OH)_2$	200	10,7
38	$CaCl_2$	500	6,9

Quant à la mortalité constatée au sein des lots de 10 vairons et à la durée de survie, elle est résumée dans le graphique n° 1. On y voit nettement qu'à pH égal (6,9) la toxicité diminue régulièrement avec la quantité de calcium se trouvant dans le milieu et qu'à pH 10,7 le rôle protecteur du calcium est nul.



Graphique n° 1. — *Toxicité du sel de Na du dinitrocrésol en présence de calcium.*
Dans l'essai n° 37, le calcium a été apporté sous forme de $Ca(OH)_2$ et dans les cinq autres sous la forme de $Ca\ Cl_2$.

CONCLUSIONS

De l'ensemble de nos essais, il ressort que les sels de Na, Ba et Ca de l'orthodinitrocrésol ne montrent pas à l'égard du Rat blanc d'une part et à l'égard du Vairon d'autre part, des pouvoirs toxiques vraiment différents. Toutefois, les essais sur Rat blanc par ingestion forcée montrent que la zone des doses léthales partielles est bien plus étendue pour le sel de Na que pour les deux autres.

Une diminution très notable de la toxicité de ces sels est obtenue pour le Rat blanc en diluant le toxique dans un appât.

Les sels de calcium jouent un fort pouvoir protecteur pour le Vairon à l'égard des sels de dinitrocrésol lorsque le pH reste au voisinage de la neutralité.

Reçu pour publication le 16 juin 1952.

UN PARASITE NOUVEAU DE L'OIGNON EN FRANCE : *BOTRYTIS SQUAMOSA* WALKER ET SA FORME PARFAITE, *BOTRYOTINIA SQUAMOSA SP. NOV.*

PAR

G. VIENNOT-BOURGIN

Professeur à l'Institut national agronomique

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Les différents Botrytis de l'oignon.**

II. — **Évolution parasitaire de** *Botrytis squamosa.*

a) Symptômes maladifs.
b) Évolution du conidiophore en nature, exigences en humidité, exigences thermiques.
c) Morphologie du conidiophore et des conidies en nature.
d) Évolution conidienne en milieu artificiel.
e) Formation des sclérotes en nature et en culture pure.
f) Morphologie des sclérotes.
g) Les microconidies.

III. — **Apparition des Apothécies.**

a) Morphologie.
b) Position systématique et diagnose.

IV. — **Infections expérimentales et sensibilité variétale.**

V. — **Altération de la capacité parasitaire.**

VI. — **Résumé et Conclusions.**

I. — LES DIFFÉRENTS BOTRYTIS DE L'OIGNON

L'existence d'une pourriture du bulbe de l'oignon, immédiatement au-dessous de la pellicule ou à plus grande profondeur dans les écailles, pouvant être attribuée à la présence d'un *Botrytis*, a été signalée à de nombreuses reprises. *Botrytis Allii* MUNN, *B. byssoidea* WALKER, *B. cinerea* PERS., *B. squamosa* WALKER, ont été considérés comme la cause de cette altération [1]. La première description prise en considération est celle de

[1] L'existence de *Botrytis Tulipae* (Lib.) HOPKINS = *B. parasitica* CAVARA, envisagée sur l'Oignon, n'est pas exacte. Il convient à ce sujet de rappeler que dès, 1904, KLEBAHN avait montré que cette espèce, très spécialisée, ne peut se transmettre sur d'autres Liliacées.

SORAUER (26 et 27), indiquée dans l'ouvrage de PRILLIEUX (22). Les symptômes se rapportent vraisemblablement à *Botrytis Allii* MUNN qui est également mentionné par FRANK (8), puis par SMITH (25). A peu près à cette époque, sous le nom de *Sclerotinia bulborum* WALKER, MASSEE (16) signale la même espèce en Grande-Bretagne, la présence du parasite dans ce pays étant confirmée par COTTON et OWEN (5). En 1945, WALLACE et HICKMAN (32) considèrent que *B. Allii* est l'espèce la plus répandue dans les magasins de stockage d'oignons, CROXALL en 1946 (6) confirme cette donnée en envisageant également l'action destructrice de *B. cinerea*. MOORE (17) a montré à la Station de Long Ashton que 72 p. cent des isolements des moisissures des bulbes d'oignons pendant la période 1943-1946 sont causés par *B. Allii*. En 1929, SIEMASZKO (24) étudie les caractères morphologiques et biologiques de *B. Allii* en Pologne. VAN POETEREN (28) estime que les différents *Botrytis* de l'oignon altèrent certaines années 30 à 50 p. cent des bulbes en Hollande, *B. Allii* représentant près de 69 p. cent des isolements. *B. Allii* est fréquent au Danemark, selon HELMERS (11) ; il existe également en Bulgarie d'après CHRISTOFF (4). Il a été reconnu au Japon par HEMMI et NIWA (12).

C'est principalement aux États-Unis que *Botrytis Allii* a été étudié. Tandis que les observations de BERKELEY (2), puis de SELBY (23) ne peuvent pas permettre de savoir exactement s'il s'agit de *B. Allii* ou de *B. byssoidea* WALKER, JACKSON (14) montre que *B. Allii* est l'espèce la plus fréquente en Orégon. MUNN (18) identifie le même champignon de 1913 à 1916 dans les États de New-York et du Michigan. WALKER (39) isole *B. Allii* à partir de bulbes d'Oignons provenant de plusieurs régions des États-Unis, et en 1926 (31), le désignant comme la cause du « gray-mold neck rot », il en confirme les caractères morphologiques, biologiques, ainsi que son rôle pathogène.

Botrytis byssoidea WALKER est la seconde espèce signalée comme agent destructeur des écailles du bulbe de l'Oignon, qui cause le « mycelial neck rot ». C'est un champignon apparemment beaucoup moins répandu que *B. Allii*, sauf cependant aux États-Unis où sa répartition correspond sensiblement à celle de *B. Allii*. Mention de *B. byssoidea* est faite en Hollande par VAN POETEREN (*l. c.*). Il existe également en Grande-Bretagne où il a été signalé en 1943 par CROXALL et PICKFORD (selon WALLACE et HICKMAN (*l. c.*). MOORE (*l. c.*) lui attribue 26 p. cent des altérations du bulbe. HELMERS (*l. c.*) rapporte n'avoir isolé ce champignon qu'à trois reprises différentes au Danemark. Dans ce même pays, NEERGAARD (19) indique sa présence sur la ciboulette (*Allium Schoenoprasum* L.). Sur l'Oignon, *B. byssoidea* a été étudié au Japon par HANZAWA (10) ; il est mentionné comme étant peu fréquent par HEMMI. Il convient de noter que la séparation spécifique de *Botrytis byssoidea* n'est pas reconnue par SIEMASZKO (*l. c.*) qui l'identifie à *B. Allii*. Cependant les exigences ther-

miques et le comportement de ces deux champignons ne sont pas comparables. WALKER (30) a en effet montré que sur pomme de terre-dextrose *B. Allii* produit des conidies en abondance, tandis que *B. byssoidea* donne une nappe mycélienne homogène, sans formation conidifère.

La troisième espèce de *Botrytis* reconnue sur les bulbes de *Allium Cepa*, *B. squamosa* WALKER, possède encore à l'heure actuelle une aire de répartition géographique très fragmentaire. Ce champignon, cause du « small sclerotial neck rot », qui se développe essentiellement sur les bulbes d'Oignons à pellicule blanche, n'a été trouvé aux États-Unis que dans le Wisconsin où il fut étudié et décrit par WALKER (31). HEMMI et NIWA (*l. c.*) admettent sa présence au Japon en même temps que celle de *B. Allii* (qui est l'espèce la plus répandue) et de *B. byssoidea*. VAN POETEREN (*l. c.*) rapporte avoir isolé en Hollande *B. squamosa* à partir de feuilles mortes d'Oignons cultivés en pots. Plus récemment, on octobre 1941, une altération marquée de l'extrémité des feuilles d'Oignons provenant de semis effectués en été en Grande-Bretagne a fait l'objet de recherches de HICKMAN et ASHWORTH (13).

En France, 4 espèces de *Botrytis* existent sur les bulbes et les feuilles d'Oignon : *B. Allii*, *B. byssoidea*, *B. squamosa*, *B. cinerea* PERS. *Botrytis Allii* est reconnu dans notre pays par WALKER (31, p. 895) après examen d'une culture déposée à Baarn (Hollande) et désignée sous le nom de *Botrytis cana* Lk. (= *B. cinerea* PERS.). Ce *Botrytis* a été examiné par nous (29) sur des Oignons vendus à Grignon (S.-et-O.) en décembre 1941. WALKER (*l. c.*, p. 895) a également constaté la présence de *B. byssoidea* sur des Oignons présentés sur le marché de Paris en 1922. Cette espèce n'a cependant jamais été trouvée au cours des nombreux isolements que nous avons réalisés à partir d'Oignons prélevés dans différentes régions de France.

B. cinerea a été constaté plusieurs fois sur des portions d'écailles en voie de pourriture ; il semble se comporter en saprophyte et n'intervient que sur des organes en voie de décomposition. Sa fonction parasitaire est d'autant moins prononcée qu'il ne manifeste aucune spécialisation ; on le rencontre indifféremment en toute saison et aussi bien sur les variétés d'Oignons à tunique rouge qu'à tunique blanche. *B. cinerea* a été signalé par VAN POETEREN (*l. c.*) en Hollande, mais d'une façon exceptionnelle. Quant à *B. squamosa*, reconnu récemment par nous sur l'extrémité des feuilles d'Oignon de la variété Barletta provenant des environs immédiats de Rennes (Ille-et-Vilaine). il fait l'objet de l'étude qui suit (1).

(1) Nous tenons à remercier ici F. BARBOTIN, Contrôleur de la Protection des Végétaux pour la Circonscription de Rennes qui, le premier, a constaté les dommages causés par ce parasite et a bien voulu nous faire part d'utiles précisions permettant de décrire exactement la maladie.

II. — ÉVOLUTION PARASITAIRE DE BOTRYTIS SQUAMOSA

Les travaux de WALKER (*l. c.*) font considérer *Botrytis squamosa* comme étant essentiellement un parasite du bulbe des Oignons à tunique blanche. Les observations réalisées dans le Wisconsin montrent que ce n'est qu'exceptionnellement, et seulement après inoculation, que les Oignons à tunique colorée sont infectés. Dans ce cas il est même nécessaire de provoquer une plaie pénétrant dans les écailles. Le champignon reste fréquemment localisé au sommet du bulbe à partir duquel se manifeste une pourriture humide, réduite à des zones brunes limitées par une marge bien définie, au contact desquelles se forment rapidement des sclérotes appliquées, d'abord de teinte claire, puis devenant par la suite d'un noir brillant. La taille de ces sclérotes varie de 1/2 à 1, 1/2 mm de diamètre. WALKER a montré que les conidiophores et les conidies de *Botrytis squamosa* se forment habituellement à partir des sclérotes lorsque les écailles infectées et brunies se trouvent disposées en chambre humide, à une température variant du voisinage de 0° à 18°.

Le rôle pathogène de *Botrytis squamosa* paraît peu marqué aux États-Unis. Le mycélium, diffus et souvent indistinct, se localise aux écailles externes ; l'altération du bulbe se manifeste beaucoup moins rapidement que lorsqu'il s'agit de *Botrytis Allii* ou de *B. byssoidea*. Si des plantes fortement contaminées sont mises en observation dans les conditions normales d'une serre, il arrive le plus souvent qu'elles acquièrent un bon développement par suite de la régression rapide du parasite. Ce n'est que dans des conditions anormales pour l'Oignon (humidité excessive et constante, température convenable pour le *Botrytis*) que le champignon paraît capable de se développer sur les organes aériens. Mais dans ce cas, selon WALKER, *Botrytis squamosa* ne provoque pas de dommages importants, il reste localisé aux parties mortes ou tout au moins sénescentes.

A ce genre de manifestations s'ajoutent celles décrites par HICKMAN et ASHWORTH (*l. c.*), que viennent confirmer nos observations selon lesquelles *Botrytis squamosa* se comporte comme un parasite actif du système foliaire de l'Oignon dont il peut provoquer le flétrissement au cours de la période de croissance du bulbe.

a) **Symptômes maladifs.** — L'attaque débute ordinairement dans la partie supérieure de la feuille la plus externe. Elle se traduit rapidement par une tache ovalaire, blanche, au niveau de laquelle les tissus se dessèchent. Cette tache s'étend à la fois en longueur et en largeur. Elle entâme bientôt la largeur totale du limbe qui se replie à son niveau. L'altération se prolonge alors en direction de la partie apicale. Si bien que,

finalement, la moitié ou le tiers supérieur de la feuille blanchit et se replie le long de la partie inférieure apparemment saine. Au fur et à mesure que se prononce la destruction du limbe, on voit apparaître sur les parties encore vertes, des séries continues ou discontinues de taches ovalaires ou elliptiques, étirées dans le sens du limbe, blanches ou grisâtres, de 0,5 à 2 mm de plus grand axe, limitées par une marge d'apparence huileuse, correspondant quelquefois à un cerné très régulier. Tandis que sur les feuilles adultes (qui sont le plus souvent atteintes) ces lésions primaires s'accroissent et se confondent dans la portion apicale de la feuille, elles demeurent isolées et bien distinctes vers la partie basilaire. Au stade ultime de l'altération, lorsque les feuilles sont disposées dans des conditions convenables, telles que puisse se manifester sur les parties blanchies la production des conidiophores et des conidies (*cf. infra*), les taches isolées de la partie encore verte des feuilles deviennent noirâtres sur leur pourtour. Une fois que les feuilles adultes sont détruites, la maladie gagne les feuilles plus jeunes, ce qui provoque finalement une réduction de la vigueur de la plante et une diminution dans la croissance du bulbe.

b) **Évolution du conidiophore.** — Nous distinguerons ici :

a) La formation naturelle du conidiophore à la surface d'une feuille d'Oignon ;

b) L'apparition de l'appareil conidifère en milieu artificiel.

La formation des conidiophores en milieu naturel intervient soit directement à partir du mycélium, soit à partir des sclérotes lamelleux (*cf. infra*) qui se constituent sur les feuilles partiellement décomposées et appliquées sur le sol.

L'apparition des conidiophores dans l'un ou l'autre des cas nécessite des conditions de température et d'humidité assez particulières. Si la température peut manifester certaines variations, l'humidité exigée se trouve constamment voisine de la saturation. C'est ainsi que nous avons obtenu une large formation conidienne en maintenant les plantes sur un lit de sable recouvert d'une cloche basse de façon à provoquer une condensation constante sur les parois internes du verre. Un moyen pratique d'observer les conidiophores consiste à enfermer des feuilles d'Oignon marquées d'ocelles blanches à leur extrémité, dans un papier filtre préalablement mouillé, pendant une durée de 10 à 12 heures. Dès que la ventilation intervient et que l'atmosphère devient relativement sèche, on constate le flétrissement des conidiophores formés et l'arrêt complet de leur production ultérieure. Il suffit d'enlever la cloche dans laquelle se trouvent disposés les Oignons pour constater ces deux phénomènes consécutifs. L'humidité règle donc l'importance de la production conidienne et, de ce fait, les moyens d'infection, mais, ainsi que nous venons de le préciser, un taux d'humidité élevée n'est indispensable que pendant un

laps de temps très court (quelques heures). Ceci permet de concevoir le processus d'infection dans les conditions normales de la culture de l'Oignon sous le climat breton. La réalisation des conidiophores et des conidies a lieu par suite de la condensation nocturne, et ainsi que le montrent les exigences thermiques (*cf. infra*), plus cette condensation sera prolongée par suite d'une température nocturne et journalière relativement peu élevée, plus le développement du champignon sera continu. On sait également que l'eau de rosée s'applique parfaitement sur la feuille d'Oignon à l'encontre de l'eau de pluie ou d'arrosage dont les gouttes ne sont pas retenues sur la cuticule cireuse. Cette eau de rosée est encore davantage fixée sur les parties altérées et blanchies du feuillage dont l'épiderme se crispe et se craquelle.

La formation nocturne des conidiophores et des conidies n'est pas en rapport avec une action défavorable de la lumière. En effet ces organes apparaissent en plein jour sur des Oignons malades préalablement humidifiés et disposés à température convenable en tube de verre soumis à l'effet de la lumière naturelle. L'action favorable de la condensation nocturne explique pourquoi l'examen superficiel de feuilles malades prélevées à une heure quelconque du jour ne permet pas de déceler la présence du *Botrytis*, et pourquoi l'observation de cette affection reste fortuite.

Les travaux de WALKER (31) montrent que les conidiophores se constituent à température relativement basse et qu'à partir de 20°-22° leur apparition devient médiocre. Afin de préciser les exigences thermiques de *Botrytis squamosa*, des fragments de feuilles d'Oignon ont été disposés sur papier filtre humide au fond de boîtes de Pétri à des températures variant de 0 à 30°. Au bout de 24 heures, on peut constater que entre 0° et 5° les conidiophores ne se constituent pas. A partir de 8°, quelques conidiophores se différencient en houppes éparses, portant des conidies normalement consituées. Entre 14° et 16°, il se forme rapidement un véritable manchon fructifère sur les parties blanchies du limbe. Au-delà de 22°, la production conidienne est interrompue. L'action des températures basses sera envisagée par ailleurs (*cf. infra*).

On peut admettre ainsi que *Botrytis squamosa* ne sera un parasite actif qu'à la fin de l'été et en automne, les périodes chaudes, même orageuses, ne permettant pas l'évolution conidienne. De même, dès que la température atteint ou voisine 0°, la formation des conidies s'interrompt.

c) **Morphologie du conidiophore et des conidies en nature.** — Les conidiophores qui apparaissent sur les feuilles d'Oignon flétries constituent un manchon fragile, uniforme dans sa compacité, d'un blanc sale. L'épanouissement des ramifications terminales du conidiophore empêche l'agglutination des arbuscules conidifères à l'encontre de ce que l'on cons-

tate pour *Botrytis cinerea* ou *B. allii* qui se présentent, au contraire, sur les écailles pourrissantes, en un tapis ras et feutré.

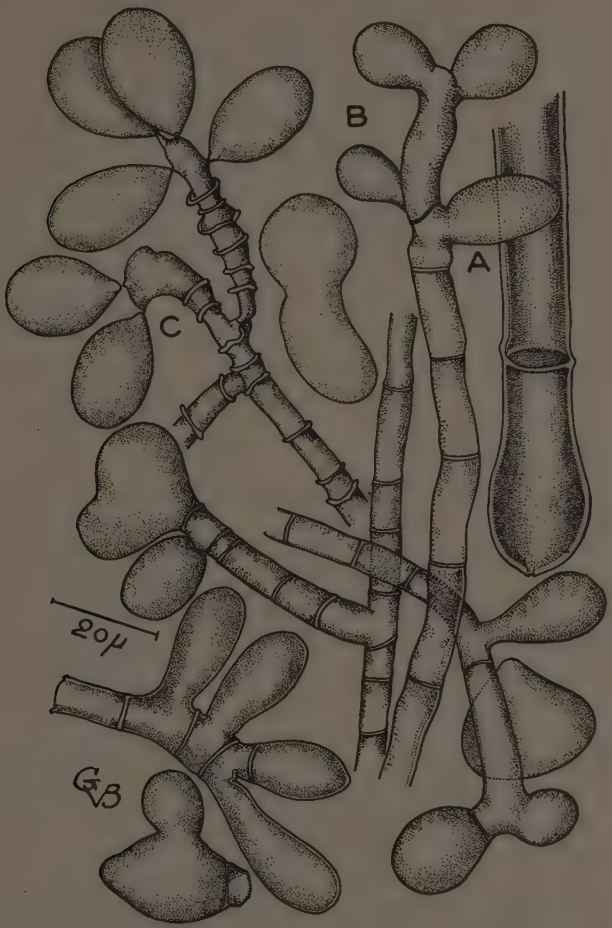


FIG. 1. — Rameaux conidifères de *Botrytis squamosa* prélevés sur une feuille d'Oignon. A, base du conidiophore ; en B, conidiophore simple ; en C, articulation en « accordéon » d'un diverticule conidifère.

Chaque conidiophore, hyalin ou faiblement olivâtre dans sa partie fertile, comporte un stipe cylindrique, à parois régulières, médiocrement cloisonné. La partie la plus inférieure se présente en un article court, bulbiforme, mesurant 30.40 μ de longueur, 15.18 μ de largeur. Le stipe reste quelquefois simple, il porte alors vers son extrémité quelques conidies directement insérées, disposées unilatéralement ou sans ordre, mais jamais acrogènes. Dans la plupart des cas cependant, le stipe se divise

à son sommet tandis que les cloisons sont plus nombreuses, et de ce fait plus rapprochées. La partie ultime de chacun des rameaux secondaires est renflée en une massue irrégulière, portant des stérigmates à peine prononcés sur lesquels sont fixées les conidies. On ne peut interpréter cette disposition comme étant celle de radulaspores telles qu'elles sont décrites pour *Botrytis cinerea*. Le rapprochement de *Botrytis cinerea* PERS. et des 3 *Botrytis* des *Allium* dans un sous-genre *Eubotrytis*, tel qu'il est envisagé par N. F. BUCHWALD (3) s'appuyant sur la forme des conidies, ne tient pas compte de la conformation du conidiophore et du mode de production de ces conidies, tout au moins dans le cas de B. *squamosa*. Les conidies de *Botrytis squamosa* se distinguent très facilement de celles des autres *Botrytis* parasites ou saprophytes des *Allium* par leur forme et leurs dimensions. Ce sont des spores hyalines, continues, ovoïdes ou citriformes pour la plupart ; mais on observe aussi des spores isodiamétriques ou même beaucoup plus larges que longues et cordiformes. Ce type de spore est reconnu comme un des caractères de l'espèce par WALKER (30) ainsi que par HICKMAN et ASHWORTH (13). Les conidies prélevées sur feuilles d'Oignon mesurent : 10.26 × 10.18 μ (moyenne : 18,14 × 14,54 ; fréquence : 15.21 × 13.16 μ). Quelques conidies, beaucoup plus grosses, s'observent parfois ; certaines d'entre elles atteignent jusqu'à 36 μ de longueur. WALKER (*l. c.*) donne comme dimensions : 13.24 × 9.18 (le plus souvent 15.22 × 11.15). HICKMAN et ASHWORTH précisent des chiffres sensiblement comparables avec des moyennes variant de 18,5 à 22 μ pour la longueur et 12,5 à 15,4 μ pour la largeur lorsque les conidies sont prélevées sur les feuilles, tandis que la moyenne des conidies obtenues sur pomme de terre gélosée varie de 17,2 à 19,2 μ pour la longueur, et 11,7 à 13,2 μ pour la largeur.

Les conidies se constituent assez régulièrement à l'extrémité du rameau conidien et y restent fixées tant que l'humidité saturée maintient le conidiophore en état de turgescence. Par contre, lorsque les feuilles d'Oignon sont disposées à l'air libre, il se produit un flétrissement du stipe en même temps que les rameaux du conidiophore se contractent par dessiccation. Ce phénomène entraîne d'une part le détachement des conidies et d'autre part la diminution du diamètre du rameau conidifère. Sur ce dernier les cloisons deviennent très apparentes. Elles constituent de véritables collerettes qui se profilent comme les plis d'un accordéon (selon la comparaison faite par WALKER et les auteurs anglais (1).

L'action de l'humidité atmosphérique, dans le cas de *Botrytis squamosa*, est en conformité avec les observations de J. A. PINCKARD (The mechanism of spore dispersal in *Peronospora tabacina* ADAM and certain other downy mildew fungi, *Phytopathology*, 32, p. 505, 1942) quant au

(1) Il convient de remarquer que cette conformation du conidiophore n'est pas spéciale à *Botrytis squamosa*. Elle se manifeste également pour *B. globosa* RAABE sur *Allium ursinum*. Les dessins de WEBSTER et JARVIS (33) sont, à cet égard, très figuratifs.

comportement du conidiophore du mildiou du Tabac en atmosphère relativement sèche (apparition d'une torsion en spirale du stipe avec incurvation des rameaux secondaires et chute des conidies) ou en atmosphère humide (conidiophore érigé, turgescent, à rameaux étalés portant des conidies). Comme pour *Peronospora tabacina*, nous avons constaté que la production des conidies n'est pas suivie d'une phase de stérilité du conidiophore, celui-ci étant capable de reprendre en partie sa turgescence et de bourgeonner tantôt dans sa partie terminale, tantôt latéralement.

La germination des conidies s'observe *in situ* ; elle peut également être réalisée dans l'eau en goutte pendante entre 6° et 18°, la germination étant complète au bout de 20 heures à 16°. Dans la partie apicale de la conidie, c'est-à-dire à l'opposé du mucron qui marque l'insertion de la spore sur le stérigmate, apparaît le filament germinatif, court et arqué en virgule ; il s'allonge rapidement ou au contraire se renfle immédiatement pour produire une conidie secondaire très comparable à la première. Quelquefois la germination est précédée d'une septation de la conidie en 2 loges très inégales.

d) **Évolution conidienne en milieu artificiel.** — Bien que le développement mycélien de *Botrytis squamosa* se réalise sur la plupart des milieux synthétiques, on doit reconnaître que, contrairement à ce que l'on observe pour *Botrytis Allii* ou *B. cinerea*, la formation des fructifications conidiennes est toujours exceptionnelle. Les isolements réalisés sur Sabouraud, sur Czapek, sur Corn Steep, produisent un gazonnement très rapide, à la périphérie duquel, 3 jours après ensemencement, se manifestent les premiers sclérotes, mais aucun conidiophore normalement constitué n'a été perçu. Par contre, sur pomme de terre gélosée, de même que sur milieu Kauffmann, nous avons constamment obtenu des conidiophores comparables à ceux qui se forment sur les fragments de feuilles. Il y a cependant une restriction à signaler : de tels conidiophores ne se manifestent que sur le premier ensemencement, à partir de conidies prélevées sur des feuilles d'Oignon. Les repiquages de cette première culture permettent d'observer rapidement (à partir du sixième jour de culture) une modification profonde dans la structure du conidiophore, après quoi les repiquages successifs, effectués de semaine en semaine, deviennent infertiles après le troisième.

Les modifications morphologiques perçues sur de telles cultures sont intéressantes car elles confirment la valeur de certains caractères déterminatifs de *Botrytis squamosa*. Les conidiophores prélevés dans une culture âgée de 6 jours provenant du premier repiquage d'un isolement réalisé sur Kauffmann se présentent comme des arbuscules peu développés pourvus à leur extrémité d'éléments cylindriques assez régulièrement articulés et dont l'article terminal est renflé en massue. L'ensemble prend

l'aspect d'une phialide produisant une phialospore. Ces terminaisons articulées sont douées de scissiparité ; elles se détachent du tronc du conidiophore et finalement se segmentent. L'article terminal (phialospore) évolue en germant à la manière d'une conidie normale, tandis que les articles cylindriques sous-jacents paraissent incapables de proliférer. En outre, ces terminaisons permettent d'observer, même à une phase dégradée de la formation conidienne, la crispation latérale de la paroi des articles, c'est-à-dire la formation en accordéon définie sur les conidiophores, observés *in situ*.

Ainsi malgré l'homogénéité apparente du thalle et la facilité de prolifération mycélienne du champignon, il existe une distinction très nette dans la fonction des différents articles du conidiophore : l'article ultime assure la reproduction végétative par filament ou par bourgeonnement, les autres articles jouent un rôle mécanique qui aboutit, dans les conditions naturelles, au détachement de la conidie.

e) **Formation des sclérotes.** — WALKER (*l. c.*) insiste sur la production abondante des sclérotes aux dépens des écailles du bulbe, mais ne donne pas de renseignements en ce qui concerne la possibilité de leur formation sur les parties aériennes. HICKMAN et ASHWORTH (*l. c.*) précisent n'avoir pas observé de sclérotes en plein champ sur les feuilles mortes. Nous confirmons cette constatation en notant cependant que quelques masses sclérotiques lamelleuses, différentes d'aspect des sclérotes typiques de *Botrytis squamosa*, ont été trouvées dans les tissus décomposés de feuilles d'Oignon au contact du sol.

La caractéristique essentielle du « small sclerotial neck rot » de l'Oignon, provoqué par *Botrytis squamosa*, est la production de sclérotes, réunis en petits groupes régulièrement répartis lorsque le champignon se trouve isolé en culture pure sur un milieu convenable. Ces éléments constituent à la fois le mode essentiel de perpétuation du parasite, et à une température variant entre 5° et 18°, sont en même temps le support de la formation conidienne, celle-ci n'apparaissant que rarement aux dépens du mycélium intra-tissu. Les constatations de WALKER relatives à l'importance des sclérotes sont confirmées par HICKMAN et ASHWORTH. Mais tandis que WALKER définit la formation des sclérotes comme étant la première manifestation de la maladie, celle-ci restant localisée au bulbe, les auteurs anglais étudient plus spécialement l'apparition des sclérotes en milieu artificiel.

D'après nos observations, si la formation de sclérotes ne se manifeste pas dans les conditions naturelles au niveau des portions altérées de la feuille d'Oignon, par contre en tube de culture, de même qu'en boîte de Pétri, ils constituent la forme évolutive la plus fréquente. Leur apparition est particulièrement rapide sur le milieu Czapek. Trois jours après ense-

mencement sur tube, la frange mycélienne se contracte pour donner naissance à des masses olivâtres, irrégulières, le plus souvent indéfinies, isolées ou rassemblées, toujours très petites, qui sont de jeunes sclérotes.

Le mode de formation de ces organes a pu être étudié par des prélèvements successifs. Au sein d'une masse mycélienne désordonnée, constituée par des filaments souvent très inégaux en longueur et surtout en diamètre, à côté de ramifications dont la terminaison en diverticules obtus rappelle beaucoup celle de conidiophores avortés, on constate un rassemblement d'hyphes comportant des articles globuleux atteignant 10 à 12 μ de diamètre, à membrane épaissie et obscure. Ces articles constituent le prolongement de filaments mycéliens normaux, hyalins, à cloisons peu marquées. Ils sont quelquefois continués par des articles longuement ovoïdes dont la fonction n'a pas été définie, mais que l'on peut également homologuer à de très jeunes conidiophores.

La plupart des articles constituant le sclérote sont contigus, mais cependant, parmi eux, on en distingue qui se trouvent jumelés et séparés par une cloison épaisse, le plus souvent obscure. L'organisation du sclérote à ce stade correspond assez exactement à celle d'un rameau terminal conidifère, dont les articles épaissis et rassemblés sont limités par la cloison intercalaire qui constitue ici une gorge, alors qu'elle soutenait le plissement en accordéon du conidiophore en voie de sporulation normale.

f) **Morphologie des sclérotes.** — Dans les cultures jeunes, les sclérotes de *Botrytis squamosa* restent bien individualisés ; par contre dans les cultures âgées, et plus particulièrement sur les milieux de Czapek et de Kauffmann disposés en tubes, ils se rassemblent en concrétions cérébroïdes compactes mais élastiques. Le sclérote se présente comme une petite masse, noire, brillante, sphérique, ovalaire ou réniforme, dont le diamètre varie de 0,5 à 3 mm. (WALKER en signale d'un peu plus gros, jusqu'à 4 mm). Le cortex, parfaitement lisse, atteint 25 à 40 μ d'épaisseur, sa coloration brun-noir devient diluée dans les assises plus internes auxquelles fait suite une moelle hyaline, faiblement alvéolée.

A la surface des sclérotes, on distingue des filaments bruns, plus ou moins transparents, trapus, arrondis à leur extrémité, capables de bourgeonner activement pour donner naissance aux conidiophores.

g) **Les microconidies.** — La production de microconidies est habituelle pour beaucoup de Sclérotiniacées. Cette forme évolutive n'a cependant pas toujours été signalée en raison du manque d'intérêt que leur attribuent certains auteurs. Il y a lieu également de mentionner que les microconidies ont en général une période de formation capricieuse, de durée très variable suivant les espèces.

Les microconidies résultent le plus souvent de la germination des

ascospores ou des macroconidies, ou naissent d'une modification du mycélium. Dans la plupart des cas elles se constituent sur des conidiophores peu différenciés du thalle et correspondent à un bourgeonnement hyphal continu (*Sclerotinia alni* NAWASCH.). Il se forme bientôt une masse conidienne correspondant à l'agglomération de xérospores en très grand nombre. Cependant, dans certains cas, l'appareil microconidien prend une forme définie et l'articulation de la partie sporifère en permet la caractérisation spécifique. Tandis que pour les *Monilia*, on assiste encore le plus souvent à un bourgeonnement non orienté à l'extrémité d'un filament très court issu de la conidie, ce qui produit une chaîne de microconidies, pour *Ciboria temulenta* (PRILL. et DEL.) PRILL. et DEL. et pour *Sclerotinia pseudo-tuberosae* REHM, la formation des microconidies se réalise à l'extrémité de stérigmates fixés sur des hyphes arbusculeux. Pour *Rhacodiella castaneae* PEYR., PEYRONEL (21) puis ARNAUD et BARTHELET (1) ont défini que la première conidie est terminale par rapport au sommet du stérigmate, tandis que les conidies qui sont formées par la suite naissent un peu à l'intérieur du stérigmate lui-même dont l'extrémité, légèrement épaissie, constitue un pharynx étroit. Ce mode de formation devient typique pour *Endoconidium temulentum* PRILL. et DEL. Tandis que pour *Rhacodiella castaneae*, il est possible de définir un stipe conidifère qui s'élargit d'endroit en endroit pour porter un massif irrégulier d'articles porteurs des stérigmates ordinairement groupés par trois, pour *Epidochium ambiens* DESM., qui se développe aux dépens du parenchyme chlorophyllien des tiges de *Carex brizoides*, c'est un diverticule du stroma qui sert de support aux stérigmates et aux microconides. Enfin plusieurs Sclerotiniacées produisent des conidiophores penicilloïdes portant, sur des rameaux courts, des microconidies globuleuses ou ovoïdes. C'est le cas de *Sclerotinia spermophila* décrit par Mary NOBLE (20).

La forme microconidienne observée par nous dans les cultures de *Botrytis squamosa* est également du type à conidiophores penicilloïdes. Avant de décrire ces microconidies, il convient de préciser qu'elles ont été observées un peu avant les apothécies, se formant alors aux dépens du sclérote ou même en collerette sur le stipe de la pézize. Elles se réalisent également lors de la germination des ascospores. L'arbuscule conidifère comporte un tronc formé d'articles inégaux, en tonnelets épais, d'où divergent de place en place des ramifications courtes, mesurant 2 à 2,6 μ de longueur. La germination des microconidies n'a pu être observée. Leur formation à partir du sclérote ou de l'apothécie avant l'épanouissement de celle-ci pourrait appuyer l'hypothèse du rôle fécondant que certains auteurs leur attribuent. Des microconidies en grand nombre ont été observées par M. A. KEAY (15) sur le pédicelle avorté des apothécies de *Sclerotinia serica* KEAY. Par contre la production de microconidies à partir d'ascospores, à la surface même de l'apothécie, telle que nous

l'avons observée, laisse plutôt supposer qu'il s'agit là d'un stade végétatif transitoire.

Les microconidies, pour *Botrytis squamosa*, avaient été observées par WALKER (*l. c.*).

III. — APPARITION DES APOTHÉCIES

a) **Morphologie.** — Le stade ascospore de *Botrytis squamosa* était, jusqu'à ce jour, inconnu.

La production des apothécies a été obtenue au bout de deux mois sur des cultures réalisées sur milieu Kauffmann et après trois mois et demi dans une culture sur Czapeck. Il se constitue une seule pézize par sclérote, très rarement deux, si bien que les apothécies se trouvent largement disséminées. Chacune d'elle, d'un brun chamois obscur, plus foncé par dessiccation, comporte un stipe trapu, d'abord incurvé, prenant naissance vers la face inférieure du sclérote, puis érigé, long de 2 à 3 mm, trapu dès sa base, mais régulièrement épaissi jusqu'à la coupe hyméniale dont le diamètre varie de 3 à 5 mm. Celle-ci s'évase au cours de la maturation, devient plane, puis légèrement convexe, la marge s'amincissant pour devenir presque transparente. L'hypothécium est constitué de cellules polyédriques, à parois assez épaisses, régulières. La marge comporte à la fois des filaments érigés, raides, isolés ou groupés, divergents dans une partie libre et, de place en place, des articles apicaux vésiculeux à paroi obscure. Le thécium est composé d'un grand nombre de paraphyses filiformes à leur base, puis devenant claviformes ou légèrement épaissies à leur sommet qui est arrondi ou un peu tronqué. La base des paraphyses est hyaline tandis que la partie terminale prend une coloration légèrement brunâtre, les paraphyses mesurent 80.110 μ de longueur. Elles sont assez comparables à celles décrites par GREGORY (9) pour *Sclerotinia polyblastis* parasite du Narcisse. Les asques sont épars, comprimés par les îlots de paraphyses, souvent absents vers la marge, toujours isolés les uns des autres, d'ordinaire légèrement dépassés par les paraphyses. Chaque asque, un peu pédiforme à sa base, de 10 à 13 μ de large, atteint 90 μ de longueur ; il contient 8 ascospores disposées sur une seule file. L'ascospore est ovoïde ou, le plus souvent, citriforme, hyaline, et mesure 11.17 × 8.11 μ. Les ascospores germent immédiatement en un filament ramifié dès sa base, robuste, capable quelquefois de porter un rameau peu différencié produisant des microconidies.

b) **Position systématique et diagnose.** — Le genre *Botryotinia* créé par H. H. WHETZEL (35, p. 678) se caractérise essentiellement par la production d'une forme macroconidienne du type *Botrytis* (*B. cinerea* en étant le

type) dont l'apparition précède, accompagne, ou suit celle des sclérotes, des apothécies et quelquefois aussi d'une forme microconidienne.

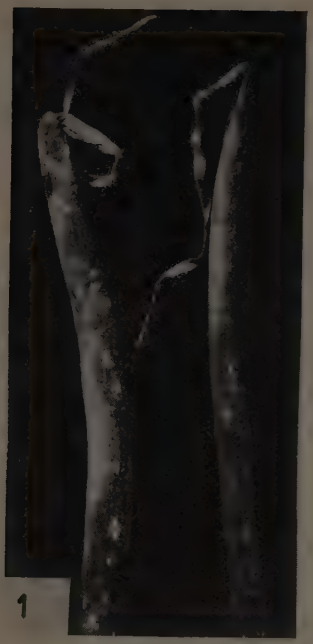
Les sclérotes des *Botryotinia* se distinguent de ceux des autres Sclérotiniacées par leur coloration d'un noir intense et par leur structure. De dimensions très variables, ils sont fixés à la surface du substratum par une base plane ou concave tandis que la surface libre, plus ou moins bourrelée, apparaît convexe dans son ensemble. Le cortex est d'un noir-obscur, toujours bien distinct, formé d'articles contigus, très serrés ; la partie médullaire, qui est la plus importante, comprend des hyphes grêles, entrelacés, hyalins, à parois toujours minces, incrustés dans une masse gélatineuse. Une telle structure s'observe facilement pour *Botryotinia convoluta* (Drayton) Whetzel qui est l'espèce-type du genre. On la constate également pour *Botryotinia Fuckeliana* (de By.) Whetzel, encore aujourd'hui beaucoup mieux connu sous la désignation de *Sclerotinia Fuckeliana* (de By.) Fuckel, qui a pour forme conidienne *Botrytis cinerea*.

A partir des sclérotes, dont la dimension varie notablement non seulement suivant les espèces, mais également, pour une même espèce, suivant les conditions de développement du champignon, il est possible d'obtenir les apothécies. Celles-ci sont portées par un pédicelle grêle, dressé, cylindrique, seulement élargi immédiatement au-dessous de la coupe hyméniale, plutôt en entonnoir pour *Botryotinia Fuckeliana*, presque discoïde chez *B. convoluta*. A pleine maturité une marge se dessine, d'abord plane, puis rabattue vers l'extérieur. La couleur des apothécies varie en fonction de leur état de maturité et de l'humidité. Celles qui sont jeunes et en pleine turgescence montrent une coloration brune et ont un reflet brillant dans la partie centrale qui peut être un peu ombiliquée. Les apothécies pour lesquelles l'hyménium se trouve mûr sont plus grises, leur surface devient mate. La formation des asques et des ascospores se réalise normalement en nature. Par contre, dans le cas de cultures en milieu synthétique, la fructification n'est pas régulière. C'est ainsi que pour *Botryotinia cinerea*, nous avons obtenu plusieurs fois des apothécies renfermant seulement un très petit nombre d'asques.

La plupart des caractères précisés par Whetzel pour définir le genre *Botryotinia* correspondent à ceux que nous avons reconnus pour les stades conidien, sclérote, ascosporé et microconidien du parasite de l'Oignon. Cependant nous devons formuler certaines réserves :

1° Ainsi que le montrent les observations relatives au stade conidien (*Botrytis squamosa*) sur les feuilles d'Oignon ou en milieu synthétique, la morphologie du conidiophore, et plus particulièrement la disposition et le mode de détachement des conidies, ne correspondent pas aux radulaspores définies pour *Botrytis cinerea*.

2° La structure du sclérote résultant de la culture de *Botrytis squamosa* sur l'un ou l'autre des milieux synthétiques utilisés n'est pas typi-



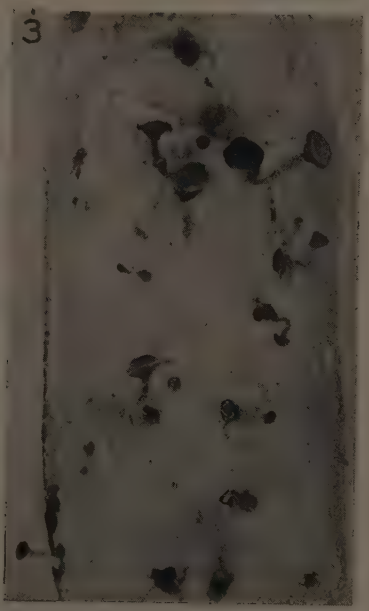


FIG. 2. — En 1, aspect des feuilles d'Oignon blanc altérées par *Botrytis squamosa* ; on distingue la partie terminale desséchée et portant des conidiophores, tandis que la portion cylindrique du limbe est couverte de taches ovalaires, légèrement concaves, blanches, contenant un mycélium non conidifère. — En 2, on remarque un sclérote supportant une apothécie dont le pédicelle arqué est partiellement revêtu de filaments porteurs de microconidies. — En 3, lame gélosée portant de nombreux sclérotes ayant produit une apothécie chacun. — En 4, apothécie pleinement évoluée *(clichés originaux)*.

quement celle reconnue par WHETZEL pour caractériser les *Botryotinia*. En effet nous avons constamment trouvé une texture fibreuse dans la portion médullaire, celle-ci pouvant devenir alvéolée tandis que le cortex demeure élastique. Il n'y a pas de matrice gélatineuse.

3° Dans les apothécies, obtenues en culture pure à partir du stade *Botrytis*, on observe des paraphyses filiformes à leur base, puis renflées en masse à leur sommet ou légèrement claviformes. Elles ne sont pas ramifiées.

Il convient cependant de reconnaître que les longs travaux de WHETZEL apportent une heureuse tendance à la simplification de l'étude d'un groupe jusqu'alors très complexe. La caractérisation générique se fait jour. C'est pourquoi, contrairement à l'opinion formulée récemment par Mary NOBLE (*l. c.*), qui n'admet pas la classification proposée par WHETZEL, nous croyons utile de décrire le stade parfait de *Botrytis squamosa* comme *Botryotinia squamosa* SP. NOV. avec la diagnose suivante :

Apothecia brunneo flavescentia, post siccationem fusca, e sclerotiis singula oriunda, discoidea, cyatiformia, tandem applanata, 3.5 mm. *diam. Stipites concolores, crassi, cylindrati*, 2.3 mm *alti ad sursum ampliati.*

Hypothecium cellulis parietate tenui angulatis compositis filamentosa margine cum articulis vesiculosis parietate obscura.

In Thecio, asci ovati cylindrati vel clavati ad basim pediformes, 78.90 × 10.13 µ. *Ascosporae* 8 *monostichae, ovatae vel citriformes hyalinae*, 11.17 × 8.11 µ. *Paraphyses numerosae non ramosae, septatae hyalinae, inflatae*, 3.3. 5 µ *et brunneae ad apicem*, 80.110 µ.

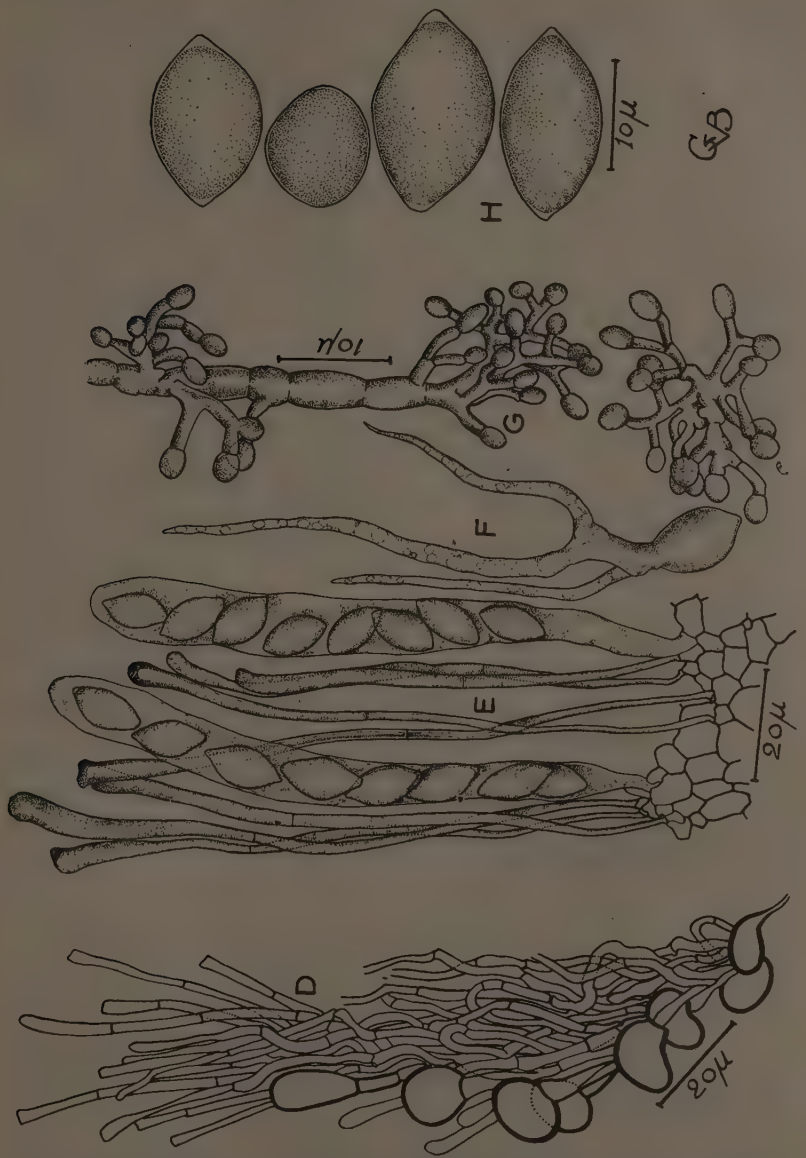
Hab. *in foliis Allii Cepae prope* Rennes (Ille-et-Vilaine). *Status conidicus est Botrytis squamosa* WALKER. *Status microconidicus notus est. Ascosporae statim germinantes.*

IV. — INFECTIONS EXPÉRIMENTALES ET SENSIBILITÉ VARIÉTALE

La souche de *Botrytis squamosa* utilisée pour réaliser quelques infections expérimentales a été obtenue à partir de la variété d'Oignon blanc extra-hâtif de Barletta provenant des environs de Rennes. Le parasite a pu être transmis à la même variété, ainsi qu'à l'Oignon blanc hâtif de Vaugirard, soit par simple application de fragments de culture à la surface de l'épiderme des feuilles, soit par piqûre préalable et introduction de l'inoculum dans les tissus foliaires. Les premiers symptômes de prolifération mycélienne sont perceptibles au bout de 7 jours pour des Oignons conservés à une température de 14°.

L'infection tissulaire se traduit :

a) Par l'apparition de taches petites, blanchâtres, ovales, en relation avec une invasion locale. Au niveau de ces taches on constate soit une



G. 3. — Stades ascosporé et microconidien de *Sclerotinia squamosa* sp. nov obtenus par culture sur milieu Kauffmann dans un délai de deux mois. — D, bord de la pézize composé de filaments entrelacés et d'hyphes bulbiformes à parois épaisses. — F, Asques et paraphyses isolés. — F, Ascospore en voie de germination. — G, filament producteur de microconidies prélevé le long du stipe d'une apothécie. — H, ascospores.

prolifération mycélienne avec formation de nombreux appressoria, soit une très étroite localisation hyphale qui sert de base à la formation d'un ou plusieurs conidiophores. Dans le premier cas les filaments mycéliens se trouvent d'abord localisés aux cellules tuées, puis divergent progressivement, mais toujours très lentement. Dans le second, ils sont diffus et difficilement perceptibles.

b) Par la constitution de taches plus grandes, pouvant très vite atteindre 12 à 30 mm de longueur dans le sens du limbe. L'accroissement de ces taches se réalise non seulement sous l'effet du parasite, mais apparaît également sous l'influence du trouble physiologique qui succède à l'altération de l'épiderme de la feuille d'Oignon. Par leur étendue ces surfaces lésées provoquent bientôt la cassure du limbe.

A l'aide de la même souche de *Botrytis squamosa*, nous avons cherché à réaliser l'infection de jeunes semis d'Oignon appartenant aux variétés « jaune paille des Vertus » et « rouge pâle de Niort » (Oignons à pelure colorée) ainsi que de l'Oignon de Mulhouse. Le mycélium prolifère au contact des tissus lésés par piqûre, mais ne gagne jamais en profondeur. Il y a quelquefois apparition de petites taches ovalaires (du type *a*), mais la cicatrisation tissulaire périphérique en est rapide. Les conidiophores ne se forment jamais.

En dernier lieu, mentionnons que de jeunes plantes de *Allium ursinum* L., issues de semis, se sont montrées également réfractaires aux différentes inoculations pratiquées sur le limbe.

Il se confirme donc que *Botrytis squamosa* est un parasite des Oignons à tunique blanche dont la transmission spontanée ou provoquée aux Oignons à tunique jaune ou rouge ne peut avoir lieu. En même temps, se vérifie biologiquement la distinction, déjà bien établie morphologiquement, entre *Botrytis squamosa* parasite de *Allium Cepa*, et *B. globosa* parasite de *Allium ursinum*.

V. — ALTÉRATION DE LA CAPACITÉ PARASITAIRE

Nous avons montré que le développement de *Botrytis squamosa* est relativement rapide dès que la température est supérieure à 8°. Entre 14° et 16°, à condition toutefois que l'humidité soit au voisinage de la saturation, les conidiophores et les conidies se forment en abondance.

Étant donné l'évolution automnale et hivernale du parasite, on peut envisager d'établir le comportement de *Botrytis squamosa* lorsqu'il a supporté des températures voisines et inférieures à 0°. A cet effet, par un dispositif spécial, une série de tubes de culture, renfermant le même milieu portant un inoculum prélevé le même jour sur une première culture en voie de production conidienne, a été répartie à des températures

variant graduellement entre 0° et — 10° pendant 48 heures. Après quoi les tubes ont été remis à la température du laboratoire (soit 16°).

Il a été constaté que les températures comprises entre 0° et — 10° ne permettent pas le développement du champignon, mais n'en altèrent cependant pas la vitalité. En effet 3 jours après la fin de l'expérience, tous les tubes qui avaient été disposés aux diverses températures montrent une prolifération mycélienne active.

Par la suite, ces séries de tubes ayant permis de procéder à l'infection d'Oignons de la variété Barletta, nous avons pu mettre en évidence :

a) La perte de la faculté de sporulation dans les tubes ayant supporté des températures comprises entre — 4°6 et — 10°.

b) La perte totale de la capacité parasitaire pour les inoculations prélevées dans les tubes ayant supporté des températures comprises entre — 8° et — 10°. Dans ce cas l'inoculation est suivie d'une légère nécrose qui ne s'étend pas ; la cicatrisation tissulaire s'opère rapidement.

c) La conservation des facultés parasitaires et de reproduction pour les séries soumises à des températures variant de 0° à — 4°6.

L'altération de la capacité parasitaire sous l'effet du froid montre que les conditions thermiques d'un hiver normal, sans nuire à la végétation de l'Oignon, sont capables de réduire notablement l'activité du champignon, et, de ce fait, l'importance des dégâts qu'il peut causer.

Il est probable que le développement important de *Botrytis squamosa* observé au cours de l'hiver 1951-1952 en Bretagne est en relation avec la douceur exceptionnelle de cette période.

VI. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Au cours de l'hiver 1951-1952 sur la variété Oignon Barletta, près de Rennes (Ille-et-Vilaine), s'est manifesté un flétrissement de l'extrémité des feuilles dû à la présence de *Botrytis squamosa* WALKER.

Ce champignon, qui a été étudié depuis 1915 aux États-Unis comme la cause d'une altération du bulbe, a été signalé en Grande-Bretagne sur le feuillage des Oignons en 1943. Il n'avait pas encore été constaté en France.

Botrytis squamosa est un parasite strict des variétés d'Oignon à tunique blanche ; les variétés à tunique rouge ou jaune ne sont pas atteintes.

Les conditions évolutives sont étudiées. La formation des conidiophores et des conidies, qui est capricieuse, exige une atmosphère saturée d'humidité et se réalise convenablement à des températures variant entre 8° et 16°.

Tandis que, sur les feuilles desséchées par le parasite, la formation

des sclérotes n'a pas été observée, ceux-ci se constituent en abondance en milieu artificiel ; par contre, sur ces mêmes milieux, la formation de conidies reste toujours médiocre.

L'obtention en culture pure du stade ascosporé sous forme d'apothécies naissant aux dépens des sclérotes permet de considérer *Botrytis squamosa* comme la forme conidienne d'un *Botryotinia* nouveau désigné sous le nom de *Botryotinia squamosa* SP. NOV. dont la diagnose latine est établie. L'apparition des apothécies est précédée, ou accompagnée, de celle de microconidies.

Sous l'effet d'un abaissement brusque de température, les facultés parasitaires et de reproduction se trouvent notablement diminuées.

Par suite de ses caractères biologiques, *Botrytis squamosa* est un parasite difficile à déceler. On ne peut donc considérer comme certaine sa présence récente aujourd'hui reconnue en Bretagne. Il est également possible que le champignon ait été transporté à la surface des semences comme cela résulte des observations de DOYER (7), puis de WESTERN (34) pour *Botrytis allii*.

(Travaux du Laboratoire de Recherches I.N.R.A. annexé au Laboratoire de Pathologie végétale de l'Institut national Agronomique).
Reçu pour publication le 16 octobre 1952.

BIBLIOGRAPHIE

(1) ARNAUD (G.) et BARTHELET (J.). — Les microconidies dans le genre *Sclerotinia*. *Bull. Soc myc. de France*, 1936.
(2) BERKELEY (M. J.). — Notices of british Fungi. *Ann. and Mag. Hist.*, 1841.
(3) BUCHWALD (N. F.). — Studies in the Sclerotiniaceae. I. Taxonomy of the Sclerotiniaceae. *Kgl. Veterinaer- og Landbohojsk. Aarsskrift*, 1949.
(4) CHRISTOFF (Kristov A.). — Révision et notes sur la flore fongique de Bulgarie. *J. Agric. Expt. Stat. Bulgaria*, 1939.
(5) COTTON (A. D.) et OWEN (M. N.). — The white rot disease of Onion bulbs. *J. Min. Agr.*, 1920.
(6) CROXALL (H. E.). — Some factors influencing loss of Onion bulbs during storage. *Rep. Agric. hort. Res. Sta. Bristol*, 1945, 1946.
(7) DOYER (Lucie C.). — De beteekenis van het zaad als overbrenger van ziekten en plagen in groentegewassen. *Tijdschr. Plziekt.*, 1941.
(8) FRANK (A. B.). — Die Krankheiten der Pflanzen ; Breslau, 1880.
(9) GREGORY (P. H.). — *Sclerotinia polyblastis* n. sp. on Narcissus, the perfect stage of *Botrytis polyblastis* DOWSON. *Transact. brit. myc. Society*, 1938.
(10) HANZAWA (J.). — *Fusarium cepae*, ein neuer Zwiebelpilz Japans, sowie einige andere Pilze an Zwiebelpflanzen. *Myc. Centbl.* 5, 1914.
(11) HELMERS (E.). — *Botrytis* on *Allium* species in Denmark. *Botrytis allii* MUNN and *B. globosa* RAABE. *Medd. Vethojsk. plantepat. Afd. Kbh.*, 1943.
(12) HEMMI (T.) et NIWA (S.). — On gray mold neck rot of stored Onions. *Forsch. Pflkr. Kyoto* (Japonais, résumé anglais), 1937.

(13) Hickman (C. J.) et Ashworth (D.). — The occurence of *Botrytis* spp. on Onion leaves with special reference to *B. squamosa*. *Transact. brit. myc. Society*, 1943.
(14) Jackson (H. S.). — Notes, observations and minor investigations on Plant diseases. *Oreg. agric. Expt. Stat. bien. Crop Pest and Hort.*, 1915.
(15) Keay (Margaret A.). — A study of certain species of the genus *Sclerotinia*. *Ann. appl. Biology*, 1939.
(16) Massee (G.). — An Onion Disease. *Gard. Chron.*, 1894.
(17) Moore (W. C.). — Report on fungus bacterial and other diseases of crops in England and Wales for the years 1943-56. *Bull. Ministr. Agric.*, 1948.
(18) Munn (M. T.). — Neck-rot disease of Onions. *N. Y. State agric. Expt. Stat. Bull.* 437, 1917.
(19) Neergaard (P.). — 11-12. Aarsbertning fra J. E. Ohlsens *Enkes plantepatologiske Laboratorium I. August* 1945-31 *Juli* 1947, 1948.
(20) Noble (Mary). — Seed-borne diseases of clover. *Transact. brit. myc. Society*, 1948.
(21) Peyronel (B.). — Sul nerume o marciume nero della Castagne. *Staz. sper. agrar. Ital.*, 1919.
(22) Prillieux (E.). — Maladies des Plantes agricoles, Paris, 1895.
(23) Selby (A. D.). — A brief Handbook of the Diseases of cultivated Plants in Ohio. *Ohio agric. Expt. Stat.* Bull. 214, 1910.
(24) Siemaszko (W.). — Szara plesn Cebuli-*Botrytis allii* Munn. *Roczniki Nauk Rolniczych i Lesnych*, 1929.
(25) Smith (R. E.). — *Botrytis* and *Sclerotinia* : their relation to certain Plant Diseases and to each other. *Bot. Gaz.* 29, 1900.
(26) Sorauer (P.). — Das Verschimmeln der Speisezwiebeln. *Oesterr. Landw. Wchnbl.*, 1876.
(27) Sorauer (P.). — *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, Aufl. 2, Bd. 2, Berlin, 1886.
(28) Van Poeteren (N.). — Onderzoek over het koprot in de Uien van de oogst 1938. *Versl. PlZiekt. Dienst Wageningen*, 1939.
(29) Viennot-Bourgin (G.). — Les Champignons parasites des plantes cultivées ; Paris, 1949.
(30) Walker (J. C.). — Two undescribed species of *Botrytis* associated with the neck rot diseases of Onion bulbs. *Phytopathology*, 1925.
(31) Walker (J. C.). — *Botrytis* neck rots of Onions. *J. Agric. Research*, 1926.
(32) Wallace (E. R.) et Hickman (C. J.). — The influence of date lifting and method of storing on loss of Onion bulbs harvested in 1943. *Ann. appl. Biol.*, 1945.
(33) Webster (J.) et Jarvis (W. R.). — The occurence of *Botrytis globosa* on *Allium ursinum*. *Transact. brit. myc. Society*, 1951.
(34) Western (J. H.). — Seed-borne fungi. *Nature*, 1945.
(35) Whetzel (H. H.). — A synopsis of the genera and species of the Sclerotiniaceae, a family of stromatic inoperculate Discomycetes. *Mycologia*, 1945.

SUR L'EFFICACITÉ DE PRODUITS INSECTICIDES DIVERS UTILISÉS CONTRE LES COCHENILLES DIASPINES DES ARBRES FRUITIERS EN TRAITEMENTS D'HIVER

PAR

R. VASSEUR et **H. BIANCHI**

Laboratoire de Zoologie agricole, Saint-Genis-Laval (Rhône)

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

Technique des essais.

Résultats des essais et leur interprétation.

Conclusions générales.

INTRODUCTION

Jusqu'à ces dernières années pour la lutte contre les Cochenilles-Diaspines, dont certaines espèces telles que le Pou de San-José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST.), la Cochenille rouge du Poirier (*Epidiaspis Leperii* SIGN.), la Cochenille du Mûrier (*Diaspis pentagona* TARG.) et autres figurent parmi les ennemis les plus dangereux des cultures fruitières de nos régions, étaient utilisées principalement des huiles minérales diverses sous forme d'émulsion. Aux Etats-Unis on employait surtout des huiles de pétrole, dites « huiles blanches » qui depuis 1922 avaient avantageusement remplacé les bouillies sulfocalciques, dont l'emploi présente certains inconvénients. En Europe, à côté de ces mêmes « huiles blanches », étaient appliquées aussi, sur une assez grande échelle, les dérivés de goudron de houille (huiles d'anthracène, de goudron, « Carbolinéums » divers) et, quelquefois, les huiles de schiste. Les huiles d'origine végétale furent également essayées et préconisées dans certains cas, notamment en France, mais elles ne trouvèrent pas une utilisation généralisée dans la pratique (5).

Avec les récents progrès dans le domaine des matières insecticides

apparurent de nombreuses formules nouvelles destinées, soit à remplacer les huiles minérales en tant que produits coccicides, soit à en renforcer et améliorer l'action en leur apportant un caractère de polyvalence. Il apparaissait nécessaire de procéder à une expérimentation systématique et précise aussi bien des produits nouveaux, en vue de leur homologation, que des formules plus anciennes, déjà largement utilisées dans la pratique, mais dont la valeur spécifique contre les Diaspines restait à déterminer plus exactement, en tenant compte de leur composition chimique, de leurs caractères physiques et, dans le cas des produits mixtes, du rôle de chacun de leurs ingrédients.

Un travail expérimental de ce genre a été entrepris depuis 1948 par le Laboratoire du Pou de San-José à Saint-Genis-Laval en liaison étroite avec le Laboratoire de Phytopharmacie de Versailles.

TECHNIQUE DES ESSAIS

Les essais d'insecticides ont porté principalement sur le Pou de San José, espèce qui dans la région lyonnaise a l'importance économique la plus grande, mais un certain nombre de tests complémentaires ont été faits aussi avec d'autres Diaspines des arbres fruitiers notamment *Epidiaspis Leperii* et *Diaspis pentagona*. Chaque série d'expériences où étaient testés plusieurs produits, pris généralement à des doses différentes, comprenait deux ou trois répétitions et était faite soit d'abord sur des végétaux en pot (pommiers et poiriers) de 2-3 ans d'âge, puis dans une plantation sur des arbres plus âgés, soit dans des plantations seulement. La pulvérisation était faite à l'aide d'un appareil portatif donnant une pression de l'ordre de 3-4 kg, soigneusement, jusqu'à ruissellement du liquide sur toutes les parties du végétal. La mortalité naturelle des Cochenilles pouvant varier très sensiblement d'un végétal à l'autre et sur les différentes parties du même arbre, suivant l'âge, l'épaisseur et le caractère de l'écorce, la densité et l'ancienneté des encroûtements, nous ménagions le « témoin » sur le végétal traité même, en isolant un tronçon intermédiaire sur la tige ou la branche à l'aide d'un capuchon de cellophane fixé sur des anneaux de coton. Ce capuchon protecteur était enlevé une fois le traitement terminé. Nous considérons que la mortalité naturelle des Cochenilles sur la partie isolée était intermédiaire entre la mortalité naturelle sur la partie supérieure du végétal, généralement plus faible, et celle de la partie inférieure habituellement plus forte et correspondait, à peu près, à la moyenne des deux.

Les comptages de mortalité étaient faits après un délai assez long, 6 à 8 semaines environ après le traitement, quand la distinction des Cochenilles vivantes et mortes ne présentait plus de difficulté. Ils portaient, dans les diverses répétitions de chaque expérience, sur un nombre d'in-

Tableau I

Efficacité de produits insecticides divers utilisés en pulvérisation contre le Pou de San-José
(St Genis-Laval. Février 1948. Sur Poiriers)

Produits	Dose	Matières actives en gr par Hl de bouillie				Mortalité p. 100	Efficacité Abbott p. 100
		Huile de pétrole	Huile d'anthracène	Dinitroorthocrésol	Divers		
1. Huile de pétrole (H. « blanche »).....	2,5	2075	—	—	—	99,4	99,2
—	3,0	2490	—	—	—	100,0	100,0
2. Huile de pétrole « jaune » (avec D. N. C.).	1,0	670	—	20	—	98,1	96,5
—	2,0	1340	—	40	—	100,0	100,0
—	3,0	2010	—	60	—	100,0	100,0
3. Huile de pétrole « jaune » (avec dinitrochlorobenzène).....	1,0	600	—	—	D. N. C. B. 60	57,2	Mortalité très élevée dans les témoins, probablement accidentelle. Par conséquent l'efficacité Abbott n'a pas été calculée, les chiffres de mortalité seuls étant suffisamment significatifs
4. Huile d'anthracène « jaune » (avec D. N. C. et dinitrochlorocyclohexyl)	2,0	1200	—	—	D. N. C. B. 120	89,8	
5. Alphamonochloronaphtalène + H. C. H...	2,0	—	940	140	D. N. C. C. H. 60	87,9	
	5,0	—	—	—	A. M. C. N. 2.500 H. C. H. 400	62,6	41,7

Nota. — Les produits 1 à 4 étaient présentés sous forme d'émulsion du type mayonnaise.

sectes de l'ordre de mille ou plus. Le calcul de l'efficacité se faisait d'après la formule d'ABBOTT.

L'action des divers insecticides dans chaque série d'essais était comparée à celle d'une émulsion d'huile de pétrole du type « mayonnaise » comprenant 83 % d'huile à indice de sulfonation très élevé (huile blanche d'été) considérée comme produit étalon.

RÉSULTATS DES ESSAIS ET LEUR INTERPRÉTATION

a) **Huiles jaunes.** — Dans une première série d'essais, faits au début février 1948 à Saint-Genis-Laval, dans une plantation de Poiriers William fortement infestée par le Pou de San José, nous avons cherché, avant tout, obtenir des précisions sur la valeur coccicide des « huiles jaunes », c'est-à-dire d'huiles minérales additionnées de dinitroorthocrésol (D. N. C.), en émulsion. En effet certains produits analogues, comprenant du D N. C. s'étaient montrés dans la pratique comme ayant une très bonne efficacité antiparasitaire, surtout ovicide, et, à un degré moindre, anticryptogamique mais leur action spécifique contre les Cochenilles n'était pas suffisamment étudiée. Par la même occasion nous avons expérimenté quelques formules insecticides comprenant des colorants nitrés autres que le D.N.C., du H. C. H. etc.

Pour cette première série d'essais ont été utilisés les produits suivants :

1° Une huile « blanche » d'été comprenant 83 % d'huile de pétrole aux doses de 2,5 et 3,0 %. (Produit « étalon »).

2° Une huile « jaune » comprenant 67 % d'huile de pétrole et 2 % de dinitroorthocrésol, aux doses de 1, 2 et 3 %.

3° Une huile « jaune » comprenant 60 % d'huile de pétrole et 7 % de dinitrochlorobenzène (D. N. C. B.) aux doses de 1 et 2 %.

4° Une huile « jaune » comprenant 47 % d'huile anthracénique, 7 % de dinitroorthocrésol et 3 % de dinitrochlorocyclohexyle (D. N. C. C. H.) à la dose de 2 %.

5° Un produit composé de 50 % d'alphamonochloronaphtalène et de 8 % de hexachlorocyclohexane à la dose de 5 %.

Les résultats constatés lors des comptages, faits en fin mars et au début d'avril de la même année, sont présentés dans le tableau I.

L'examen des données obtenues montre que les huiles de *pétrole jaunes avec D. N. C.* ont eu l'efficacité la meilleure, supérieure à celle des huiles blanches à dose égale ou même plus élevée. En effet avec 1340 g d'huile de pétrole + 40 g de D. N. C. le résultat a été meilleur qu'avec 2 075 g d'huile seule et même avec 670 g d'huile + 20 g de D. N. C. l'efficacité fut très satisfaisante.

Avec la formule comprenant de l'huile de pétrole et du dinitrochloro-

benzène les résultats ont été très nettement inférieurs et la mortalité constatée paraît correspondre uniquement à l'huile de pétrole présente dans le produit. De même le produit composé d'huile d'anthracène, de dinitroorthocrésol et de dinitrochlorocyclohexyle n'a eu qu'une efficacité relativement faible et ceci malgré la forte proportion de D. N. C. qu'il comprenait. Enfin le mélange de alphamonochloronaphtalène et le H. C. H. s'est montré pratiquement inefficace.

Il semble donc résulter de ces expériences que le D. N. C. possède effectivement une action spécifique coccicide à condition d'être utilisé avec des huiles de pétrole qui ne peuvent être remplacées par des huiles d'anthracène et que les deux autres colorants nitrés (D. N. C. B. et D. N. C. C. H.) ne peuvent jouer le même rôle que le D. N. C. et ne renforcent pas l'action coccicide des huiles.

L'intérêt que présentent les huiles de pétrole au D. N. C. pour la lutte contre les Diaspines nous a été confirmé par un essai isolé fait à la même époque avec *Diaspis pentagona* sur Mûrier. Les résultats obtenus ont été les suivants :

Huile de pétrole jaune à 2 % mort. 91,7 % effic. 72,1 %.

Huile de pétrole blanche 3 % mort. 91,9 % effic. 72,1 %.

Par conséquent dans ce cas également les huiles de pétrole jaunes à 2 % se sont montrées aussi efficaces que les huiles blanches à 3 %.

b) **Conditions d'emploi.** — Les essais mentionnés plus haut ont été faits dans les conditions suivantes : température moyenne au moment du traitement et durant les quelques jours suivants entre 5 et 11°C ; hygrométrie relative de l'air de l'ordre de 75-85 % ; développement des insectes, en raison du printemps précoce en 1948, relativement avancé ; bouillies préparées avec de l'eau de pluie. L'ensemble de ces conditions paraît être particulièrement favorable à l'action plus spécialement du D. N. C. en mélange avec l'huile de pétrole ce qui explique en partie l'efficacité très élevée constatée dans ce cas.

Dans d'autres circonstances, ainsi que nous avons pu le constater au cours d'essais de traitement contre le Pou de San-José faits en 1949, les huiles de pétrole jaunes avec D. N. C. tout en restant supérieures aux huiles blanches prises aux mêmes doses, présentent une efficacité assez variable suivant la température et l'hygrométrie de l'air et aussi dans une certaine mesure de la calcimétrie de l'eau utilisée pour la préparation de la bouillie. Leur action est moindre quand la température de l'air au moment et quelques jours après le traitement est inférieure à 5-6° et que l'hygrométrie tombe en dessous de 65-70 % [1]. D'un autre

[1] Il a été signalé par des auteurs allemands que l'efficacité du D. N. C., en ce qui concerne les œufs d'Acariens en particulier, augmente avec la température mais seulement dans ces conditions d'hygrométrie élevée, alors que celle des huiles croît avec la température presque indépendamment de l'humidité de l'air (ANDERSEN).

côté, une eau trop calcaire peut aussi quelque peu diminuer leur efficacité.

A titre d'exemple nous donnons les résultats obtenus dans des essais faits en fin février et mars (v. tableau II).

TABLEAU II

Efficacité de produits insecticides divers utilisés contre le Pou de San-José (Saint-Genis-Laval, Hiver 1949)

Produit et dose p. 100	Matières actives (gr par Hl)		Efficacité Abbott p. 100	Conditions de l'expérience
1. Huile de pétrole jaune : 1,0	H. d. P. .	750	70 à 80	Reyrieux 22/II 49 temp. moy. de 5 à 8° hygr. 70-80 p. 100
	D. N. C. .	25		
2. — autre marque : 1,5	H. d. P. .	1050	92 à 97	Tassin 16/III 49 temp. moy. de 1 à 8° hygr. 45-70 p. 100
	D. N. C. .	37,5		
3. — même marque que 1 eau de pluie : 2,0	H. d. P. .	1500	97 à 99	Mêmes que dans 1
	D. N. C. .	50		
4. — eau d'un puits : 2,0	H. d. P. .	1500	97 à 98	—
	D. N. C. .	50		
5. — eau de pluie : 3,0	H. d. P. .	2250	99,5 à 100	—
	D. N. C. .	75		
6. — eau d'un puits : 3,0	H. d. P. .	2250	95 à 98	—
	D. N. C. .	75		
7. D. N. C. concentré à 20 p. 100 : 0,25	D. N. C. .	50	50 à 70	Mêmes que dans 2
8. — 0,50	D. N. C. .	100	60 env.	Mêmes que dans 1

L'examen des données du tableau II montre que quand toutes les conditions favorables ne sont pas réalisées en même temps, ce qui est généralement le cas dans la pratique, les huiles jaunes aux doses de 1,0 et 1,5 % peuvent ne pas avoir une efficacité suffisante contre le Pou de San-José et que les doses de 2 à 3 % sont nécessaires pour obtenir une destruction à peu près complète de cet insecte. Toutefois nos constatations faites aussi bien lors d'expériences ultérieures qu'à l'occasion de traitements effectués par des arboriculteurs sur une échelle plus grande, et dont nous avons contrôlé les résultats, montrent que la dose de 2 % d'huiles jaunes est généralement suffisante pour combattre le Pou de San-José à condition que le traitement soit fait soigneusement et au moment propice, c'est-à-dire en fin d'hiver, début printemps, peu de temps avant le débourrement de la végétation. Ce n'est que dans des cas d'infestations particulièrement graves ou lorsque l'on recherche non pas à réduire les dommages à une proportion pratiquement négligeable mais à détruire complètement l'insecte (éradication de foyers, entretien de pépinières ou de vergers « modèles »), que l'emploi d'une dose supérieure d'huiles jaunes paraît être justifié quand il s'agit de combattre le Pou de San-José.

Constatons, à la même occasion, que le D. N. C. utilisé seul, sans huile, s'est révélé pratiquement inefficace malgré la quantité assez élevée de cette substance dans la bouillie.

c) **Action sur les Diaspines autres que le Pou de San-José.** — En ce qui concerne d'autres Cochenilles la situation est différente. En effet, s'il est exact que parmi les Diaspines des cultures fruitières de nos régions *Q. perniciosus* est l'espèce la plus dangereuse ou tout au moins celle dont l'action nocive se manifeste le plus rapidement, des espèces telles que *Diaspis pentagona* et *Epidiaspis Leperii* sont beaucoup plus difficiles à détruire que le Pou de San-José. La résistance plus grande de ces Cochenilles aux insecticides s'explique déjà par le fait qu'elles hivernent au stade adulte (alors que le Pou de San-José passe l'hiver à l'état de larve du 1er âge) et possèdent par conséquent au moment des traitements un bouclier plus puissant, par le caractère de leurs cencroûtements (généralement plus denses et consistant souvent en plusieurs couches superposées) et dans le cas de *E. Leperii* plus spécialement, par leur localisation dans les creux, les méplats et les anfractuosités de l'écorce. Nous avons montré plus haut que les huiles jaunes à 2 %, c'est-à-dire à une dose avec laquelle on obtient généralement une mortalité presque totale de *Q. perniciosus* n'ont donné dans des conditions semblables qu'une efficacité de 72 % contre *D. pentagona*. En ce qui concerne *E. Leperii*, quoique n'ayant pas fait d'essais avec les huiles de pétrole jaunes ordinaires spécialement contre cet insecte, nous avons pu constater lors des comptages de mortalité du Pou de San-José dans des populations mélangées avec *E. Leperri* que pour cette dernière espèce l'efficacité des huiles jaunes à 1 % n'était que de l'ordre de 40 % et ne dépassait pas 75-80 % aux doses de 2 à 3 % et encore, dans ces cas les encroûtements n'étaient pas particulièrement denses.

On peut se rendre compte de la difficulté que présente la lutte contre *E. Leperii* d'après les résultats de nos essais faits en 1949 avec quelques produits pris à d'assez fortes doses, indiqués dans le tableau III où ces résultats sont comparés à l'efficacité obtenue contre le Pou de San-José avec les mêmes produits et doses, dans des conditions très semblables et sensiblement à la même époque (v. tableau III).

Nous voyons donc que dans tous les cas ou le même produit pris à la même dose a été utilisé contre les deux espèces, la mortalité et l'efficacité constatées avec *E. Leperii* ont été sensiblement inférieures à celles obtenues pour *Q. perniciosus*. Notons, d'un autre côté, que l'huile de schiste malgré la dose assez élevée de 6 % n'a eu qu'une efficacité tout à fait minime contre la Cochenille rouge du Poirier et nettement insuffisante contre le Pou de San-José, que l'huile d'anthracène à 8 % n'a également que très peu agi sur *E. Leperii* et que seule l'huile de pétrole

TABLEAU III

Efficacité comparée d'insecticides divers contre Epidiaspis Leperii *et* Quadraspidiotus perniciosus

Produit	Dose p. 100	*E. Leperii*, St Genis Laval, 1-III-49			*Q. perniciosus*, Tassin, 16-III-49		
		nombre d'ins.	mortalité p. 100	efficacité Abbott p. 100	nombre d'ins.	mortalité pour 100	efficacité Abbott p. 100
Huile de schiste émulsion	6,0	442	14,9	5,1	910	70,9	de l'ordre de 50 p. 100 (1)
Huile d'anthracène, émulsion à 60 p. 100..	2,0	418	23,2	0 (mortalité du témoin = 35,9 p. 100)	—	—	—
Huile de pétrole + D. N. C., émulsion type « soluble » à 90 p. 100 d'huile et 5 p. 100 D. N. C.	2,0	1 024	77,1	52,1	2 065	98,5	97,1
	2,0	256	80,5	58,2	1 691	99,7	de l'ordre de 99,5 p. 100 (1)

(1) Accident dans la partie témoin. Efficacité Abbott calculée d'après la mortalité naturelle moyenne constatée sur d'autres sujets.

avec D. N. C. a montré une efficacité, importante contre le Pou de San-José mais beaucoup moins bonne en ce qui concerne la première espèce. Comme nous avons pu le voir plus haut la Cochenille du Mûrier (*D. pentagona*) est également plus difficile à détruire que le Pou de San-José. Il est important de signaler que dans le cas du dernier produit mentionné il s'agissait d'une huile de pétrole jaune du type « soluble ». Cette forme de présentation de produits à base d'huile a l'avantage de permettre une préparation presque instantanée de la bouillie alors qu'avec les émulsions concentrées du type « mayonnaise » est nécessaire un brassage assez prolongé, mais il semblerait qu'au point de vue efficacité les huiles « solubles » n'ont pas la même valeur que les produits du type « mayonnaise », en ce qui concerne les Cochenilles, les Diaspines tout au moins. En effet, déjà dans le cas précité, le résultat obtenu contre le Pou de San-José avec l'huile de pétrole jaune soluble à 2 % (efficacité de 97,1 à 99,5 %, 98,3 % en moyenne) a été du même ordre que celui généralement constaté avec les produits du type mayonnaise à la même dose alors que les quantités de matières actives étaient sensiblement plus élevées dans la première formule : 90 % d'huile et 5 % de D. N. C. contre 75 % d'huile et 2,5 % de D. N. C. dans les huiles du type mayonnaise. Toute-

fois cette seule expérience est insuffisante pour tirer des conclusions définitives et nous reviendrons à la question lors de la discussion des résultats des essais ultérieurs ou furent testés des produits analogues.

d) **Rôle des ingrédients divers dans les produits mixtes et de la forme physique de ceux-ci.** — Durant les années 1950 et 1951 nous avons poursuivi l'expérimentation d'insecticides contre le Pou de San-José avec des produits composés d'huiles diverses, soit seules, soit mélangées entre elles, additionnées ou non d'organiques de synthèse, principalement de D. N. C. pris en proportions différentes. Cette expérimentation avait pour but d'obtenir des précisions sur le rôle de chacun des ingrédients, les quantités nécessaires pour atteindre une efficacité suffisante contre l'insecte en question et l'importance de la forme physique sous laquelle est présenté le produit. Quelques formules insecticides nouvelles furent également essayées.

Les produits testés ont été les suivants :

1° Une huile de pétrole blanche du type mayonnaise à 50 % d'huile et 33 % d'acétone.

2° Une huile de pétrole jaune du type mayonnaise à 71 % d'huile et 2,5 % de D. N. C.

3° Une huile de pétrole jaune type « soluble » à 50 % d'huile et 10 % de D. N. C.

4° Un mélange d'huiles jaunes comprenant 42 % d'huile d'anthracène, 28 % d'huile de pétrole et 3,5 % de D. N. C.

5° Une huile d'anthacène jaune à 45 % d'huile et 10 % de D. N. C.

6° Un « Carbolineum » comprenant 60 % d'huile de goudron et 18 % d'huile de pétrole.

7° Un produit comprenant 36 % de sel de triéthanolamine du dinitro-orthobutylsecondairephénol. (« Tritane »).

Dans ces essais, comme dans les séries précédentes, nous nous sommes servis en tant que produit « étalon » d'une huile de pétrole d'été du type mayonnaise à 83 % d'huile. toutefois à titre de comparaison nous avons utilisé aussi une émulsion dite « d'hiver » contenant la même quantité d'huile mais d'un indice de sulfonation moins élevé.

Les résultats de l'expérimentation sont résumés dans le tableau IV où les mortalités et efficacités constatées sont mises en rapport avec les quantités de matières actives contenues dans les bouillies. Par économie de place nous avons réuni les données de 1950 et 1951 dans le même tableau, les conditions lors des essais étant du reste, sensiblement pareilles dans ces deux cas (tableau IV).

Les huiles de pétrole du type mayonnaise (produits « étalon »), aussi bien d'hiver que d'été, ont eu une efficacité très élevée à la dose de 2 % correspondant à 1,660 kg d'huile par Hl de bouillie ; à 3 %

TABLEAU IV

Efficacité comparée d'insecticides divers contre le Pou de San-José
St Genis-Laval et Tassin. Mars 1950 et mars 1951.

Produit	Dose p. 100	Matières actives par Hl de bouillie en kg				Mortalité p. 100	Efficacité Abbott p. 100
		Huile de pétrole	Huile d'anthracène ou de goudron	D. N. C.	Divers		
« Étalon ». Huile blanche d'été type mayonnaise à 83 p. 100 d'h	1,0	0,830	—	—	—	94,6	91,0
	2,0	1,660	—	—	—	99,2-100	98,8-100
— d'hiver	3,0	2,490	—	—	—	100	100
	2,0	1,660	—	—	—	98,8-100	98,0-100
Huile blanche type mayonnaise + acétone. Huile	3,0	2,490	—	—	—	100	100
50 p. 100. Acétone 33 p. 100	3,0	1,500	—	—	Acétone 0,990	99,8-100	99,7-100
Huile jaune, *type mayonnaise*. Huile de pétrole	5,0	2,500	—	—	Acétone 1,650	100	100
71 p. 100. D. N. C. 2,5 p. 100	1,0	0,710	—	0,025	—	81,4-96,7	70,4-94,5
	2,0	1,420	—	0,050	—	99,4-100	99,0-100
Huile jaune, *type soluble*. Huile de pétrole 50	3,0	2,130	—	0,075	—	100	100
p. 100. D. N. C. 10 p. 100	2,0	1,000	—	0,200	—	85,5-96,4	75,8-92,8
	3,0	1,500	—	0,300	—	95,7-98,2	92,8-97,0
Huile jaune mixte. Huile d'anthracène 42 p. 100.	4,0	2,000	—	0,400	—	93,9-98,0	89,8-96,8
Huile de pétrole 28 p. 100. D. N. C. 3,5 p. 100	3,0	0,840	H. d'ant. 1,260	0,105	—	68,9-90,6	60,4-84,7
	4,0	1,120	1,680	0,140	—	97,4-98,2	96,7-97,0
Huile d'anthracène jaune. Huile d'anthracène 45 p. 100. D. N. C. 10 p. 100	3,0	—	H. d'ant. 1,350	0,300	—	79,8-92,8	74,0-85,6
« Carbolinéum ». Huile de goudron 60 p. 100. Huile de pétrole 18 p. 100	6,0	1,080	H. de g. 3,600	—	—	60,6-86,7	34,4-70,9
Sel de triéthanolamine de dinitro-ortho-butyl-se-	0,25	—	—	—	Tritane 0,250	85,7	76,2
condaire. Phénol à 36 p. 100 ou « Tritane »	0,50	—	—	—	— 0,500	97,8-98,7	96,3-97,8
	0,75	—	—	—	— 0,750	96,7-98,8	94,5-98,0

(2,490 kg d'huile par Hl) la destruction de l'insecte a été totale dans toutes les répétitions. La dose de 1 % (830 g d'huile) s'est toutefois révélée insuffisante avec une efficacité de 91 % seulement.

Le produit I, composé de 50 % d'huile de pétrole et 33 % d'acétone s'est montré, aux doses de 3 et 5 %, très efficace. Toutefois si l'on compare l'efficacité constatée avec celles données par les huiles blanches ordinaires en mettant en rapport les quantités d'huile correspondant à chaque dose, il est difficile de se prononcer définitivement sur le rôle spécifique que pourrait jouer l'acétone dans ce produit. Le résultat obtenu avec la dose de 3 %, correspondant à 1,5 kg d'huile par Hl est 99,7 à 100 % d'efficacité ; il est supérieur à celui qu'ont donné les huiles blanches d'été et d'hiver à 2 %, correspondant à 1,66 kg d'huile (98 à 100 %) mais la différence est relativement faible et pourrait aussi résulter de la meilleure qualité de l'huile entrant dans la composition du produit en question.

L'action de l'huile jaune du type « mayonnaise » (produit II) à la dose de 1 % a été relativement faible mais très bonne à 2 % et complète à 3 %. Malgré que ce produit contienne moins d'huile que le produit « étalon », son efficacité à la dose de 2 % donc avec 1,42 kg d'huile s'est montrée légèrement supérieure à celle de l'huile blanche à la même dose avec 1,66 kg d'huile par Hl ce qui confirme que l'adjonction de D. N. C. aux huiles de pétrole augmente leur action contre les Coccides. Notons qu'ici la différence d'efficacité ne doit pas pouvoir être attribuée à une différence de qualité des huiles, celles-ci étant dans les deux cas de la même provenance et du même type. Ces résultats concordent avec ceux des années précédentes et montrent que les huiles jaunes du type « mayonnaise » sont d'excellents produits coccicides, supérieurs à concentration égale, aux huile blanches ordinaires. Leur polyvalence, permettant de lutter en même temps contre un certain nombre d'autres parasites augmente encore leur valeur au point de vue pratique.

Avec l'huile jaune du type « soluble » (produit III), par contre, les résultats furent beaucoup moins satisfaisants. A la dose de 2 % l'efficacité a été très irrégulière, et dans l'ensemble, faible. Avec la dose de 3 % l'action, quoique meilleure, fut quand même insuffisante et à la dose de 4 % elle a été du même ordre de grandeur c'est-à-dire de 90 à 97 % d'efficacité ABBOTT. Compte tenu qu'avec ces deux dernières doses la quantité d'huile de pétrole dans la bouillie était relativement importante, correspondant aux doses de 2 à 2,5 % de l'huile jaune du type « mayonnaise » qui dans les mêmes séries d'essais nous ont donné des efficacités de l'ordre de 99 à 100 % nous devons conclure que les huiles jaunes du type « soluble » à proportion d'huile égale et beaucoup plus forte de D. N. C. se sont montrées inférieures à celles du type « mayonnaise ». Cette constatation s'accorde avec les suppositions que nous avons

formulées à l'occasion d'essais antérieurs et confirme les résultats obtenus par CHABOUSSOU et RAMADIER avec *Epidiaspis Leperii* (2).

L'huile jaune « mixte » (produit IV), composée d'huile d'anthracène, d'huile de pétrole et de D. N. C. a eu une efficacité faible et irrégulière à la dose de 3 % et, quoique meilleure et plus constante, quand même insuffisante à la dose de 4 %. En se rapportant à la quantité de matières actives contenues dans la bouillie dans ce dernier cas nous constatons que l'action coccicide observée peut être attribuée uniquement à l'huile de pétrole et au D. N. C. En effet le résultat obtenu ici (96-97 % d'efficacité ABBOTT) avec 1,120 kg d'huile de pétrole et 140 g de D.N.C. par Hl est intermédiaire entre ceux que nous a donnés le produit II avec 0,710 d'huile de pétrole et 50 g de D.N.C. (dose de 1 %) et 1,420 kg d'huile et 75 g de D. N. C. (dose de 2 %) ce qui montre encore une fois que l'huile d'anthracène n'a que peu d'action sur les Cochenilles-Diaspines.

Le résultat constaté avec le produit VI composé d'huile de pétrole et d'une forte proportion d'huile de goudron montre que cette dernière huile n'a pas non plus d'action sur les Diaspines. La faible efficacité observée peut ici également être déterminée uniquement par la quantité d'huile de pétrole (1,080 kg par Hl) entrant dans la composition du mélange. Il est même possible que la présence de l'huile de goudron diminue l'action de l'huile de pétrole (mélange incompatible ?) car le résultat obtenu dans ce cas est inférieur à celui que nous a donné le produit « étalon » à 1 % donc avec 0,830 kg d'huile par Hl seulement.

L'efficacité du sel de triéthanolamine du dinitroorthobutyl secondaire-phénol ou « Tritane » à 0,25 % a été faible. Elle s'est montrée sensiblement meilleure aux doses de 0,5 et 0,75 % mais néanmoins incomplète et pratiquement du même ordre à l'une comme à l'autre de ces deux doses ce qui pourrait signifier que le maximum d'efficacité pour le Pou de San-José est atteint déjà à 0,5 %. Ce produit, quoique possédant de bonnes propriétés insecticides et acaricides en général, ne semble pas devoir être retenu dans le cas des Diaspines. L'efficacité moyenne de 96-97 % obtenue aux doses supérieures contre le Pou de San-José dans des conditions expérimentales ne peut être considérée comme suffisante pour cet insecte à taux de multiplication élevé (coefficient de multiplication de l'ordre de 20 en une année). A plus forte raison il ne peut être question de l'emploi du « Tritane » contre les Diaspines plus résistantes aux insecticides, telles que la Cochenille rouge du Poirier et la Cochenille du Mûrier, par exemple.

L'insuffisance d'efficacité du « Tritane » semble pouvoir être attribuée, dans une certaine mesure tout au moins, aux caractères physiques de ce produit, en particulier à son faible pouvoir d'adhésion, d'où un écoulement rapide de la bouillie sur le végétal. En effet, dans la plupart des essais

avec le « Tritane », nous avons pu observer que la mortalité à la suite du traitement était dans la partie supérieure de la plante sensiblement moindre que dans la partie inférieure.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

1° Seuls dans le cadre des formules expérimentées, les produits à base d'huile de pétrole sous forme d'émulsion du type « mayonnaise », ont montré une efficacité satisfaisante contre les Cochenilles-Diaspines, spécialement le Pou de San-José.

L'adjonction à ces huiles de D. N. C. augmente leur action coccicide mais cette amélioration n'est pas toujours constante et peut varier suivant les conditions de température et d'hygrométrie de l'air et la qualité de l'eau utilisée pour la préparation de la bouillie.

Certains colorants nitrés, autres que le D. N. C., n'ont pas renforcé l'efficacité des huiles de pétrole. D'un autre côté, le D. N. C. utilisé seul, sans huile de pétrole, n'a pas non plus donné de résultats satisfaisants.

2° L'action de l'huile jaune de pétrole du type « soluble » s'est montrée, à quantité d'huile égale et de D. N. C. même sensiblement plus élevée, inférieure à celle des huiles du type « mayonnaise ».

3° Les huiles d'anthracène, de goudron et de schiste, additionnées ou non de D. N. C., ou d'autres colorants nitrés, n'ont eu, même à des doses relativement fortes, qu'une action très médiocre. Dans les cas où ces huiles étaient en mélange avec de l'huile de pétrole, l'efficacité observée pouvait généralement être attribuée uniquement à l'action de cette dernière huile et, le cas échéant, au D. N. C. qui lui était adjoint.

4° Le sel de triéthanolamine de dinitroorthobutyl secondaire-phénol ou « Tritane » a eu à la dose de 0,25 % une efficacité faible ; aux doses plus fortes l'action fut meilleure mais quand même insuffisante ; le produit composé de H. C. H. et de alphamonochloronaphtalène s'est montré pratiquement inefficace.

5° Les doses nécessaires pour obtenir un résultat satisfaisant dans la pratique sont pour le Pou de San-José ; avec les « huiles blanches » celles qui correspondent à 2,0-2,5 kg d'huile pure par Hl de bouillie (3 % de la majorité des produits courants). Avec les huiles de pétrole jaunes la quantité d'huile peut être réduite à 1,5-2,0 par Hl à condition que le mélange comprenne 50 à 60 g de D. N. C. (dose de 2 à 2,5 % des produits courants) et que le traitement soit fait à un moment propice.

6° Dans le cas de *Diaspis pentagona* et d'*Epidiaspis Leperii*, beaucoup plus résistants que le Pou de San-José aux insecticides, des doses

sensiblement plus fortes, doubles sinon plus, sont indispensables pour atteindre une efficacité suffisante, mais il existe alors le risque de brûlures si la saison est avancée, surtout pour le Pêcher.

Reçu pour publication le 1er décembre 1952.

BIBLIOGRAPHIE

(1) ANDERSEN (V. S.). — Untersuchungen über Biologie und Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe *Paratetranychus pilosus*. *Inst. Pflkrankh. Bonn*, 1947.

(2) CHABOUSSOU (F.) et RAMADIER (P.). Essais de traitements contre la Cochenille rouge du Poirier (*Epidiaspis leperii* SIGN.). *Rev. Zool. agricole*. N° 10-12, Talence 1951.

(3) DUMAS (P.) et VASSEUR (R.). Les traitements coccicides des arbres fruitiers. *Bull. Techn. Inform.* N° 49, Paris 1950.

(4) VASSEUR (R.) et BIANCHI (H.). Quelques données nouvelles sur la lutte chimique contre le Pou de San-José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST ; *C.-R. Agric. Fr.*, **35**, 7, Paris 1949.

(5) VIEL (G.). — Étude sur la valeur insecticide de produits divers dans la lutte contre le Pou de San-José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST.) *Ann. Epiphyties*, **12**, 4, Paris 1946.

L'OIDIUM DE L'ABRICOTIER EN ROUSSILLON

PAR

H. G. DELMAS

Société Coopérative de Recherches et d'Expérimentations Agricoles
des Pyrénées-Orientales, Perpignan

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

I. — **Syndromes et nature des dégâts.**

II. — **Étiologie et évolution du parasite.**

III. — **Écologie.**

IV. — **Hibernation du champignon.**

1° L'hibernation par les filaments mycéliens.
2° L'hibernation sous forme de conidies.
3° L'hibernation par périphèces.

V. — **Essais de traitements.**

1° Essais effectués en 1951 :
a) Produits utilisés.
b) Résultats des traitements au 27 juin.
c) Conclusions des essais.

2° Essais effectués en 1952 :
a) Essai de traitements préventifs. Étude statistique.
b) Essai de traitements curatifs.

VI. — **Remarque sur les principaux produits employés.**

VII. — **Époques de traitement.**

VIII. — **Conclusions.**

L'oïdium ou « blanc » de l'abricotier est connu depuis longtemps des mycologues qui l'ont signalé en France (4.11.13) à plusieurs reprises sans généralement lui accorder d'importance économique. Ainsi bien que l'affection soit connue dans la vallée du Rhône, JOESSEL (17) au cours d'une étude des principales maladies de l'abricotier dans cette région, ne la mentionne même pas.

Toutefois CHABROLIN (4) indique, que s'il n'a pas rencontré le parasite dans la région lyonnaise, il a pu constater dans la région de Roquevaire (B.-du-R.) de très importantes attaques.

MARCHAL et FOEX (18) signalent de même quelques dégâts importants sur le feuillage d'arbres en pépinière.

Le champignon a été en outre signalé sur les abricotiers de plusieurs régions du globe : en Suisse (2-10), en Autriche (24), en Italie (6), en Tunisie (5), en Grèce (21), en Russie méridionale (20), aux Indes (9) et en Californie (22). Il est très rare qu'il soit considéré comme dangereux.

C'est probablement ce caractère bénin qu'on lui reconnaît généralement qui lui a valu de n'avoir pratiquement jamais donné lieu à une étude suivie.

Or, contrairement à l'opinion communément admise, l'oïdium doit être regardé en Roussillon comme une des maladies graves de l'Abricotier. L'importance et la fréquence des dégâts causés localement par ce parasite nous ont incité à en entreprendre l'étude.

I. — SYNDROMES ET NATURE DES DÉGATS

Les premiers symptômes ordinairement visibles apparaissent sous forme de taches sur les jeunes fruits (parfois dès la mi-avril en Roussillon). Ces taches sont tout d'abord petites, aux contours diffus, de teinte blanchâtre, d'aspect farineux. Un même fruit peut en porter plusieurs. En grandissant elles deviennent confluantes et finissent par intéresser une fraction importante de l'épiderme.

Les taches s'auréolent souvent de rouge, surtout si elles se trouvent sur la partie insolée du fruit. Sur la face ombrée elles peuvent apparaître directement sur le fond vert de l'épiderme, sans provoquer de réaction colorée.

Elles donnent aux abricots un aspect peu engageant et les déprécient gravement (fig. 1). Dans les cas d'attaques précoces, il peut y avoir à l'emplacement des taches, mortification et induration de l'épiderme. Le fruit gêné dans sa croissance au niveau de la partie atteinte, se déforme. L'épiderme induré perd ses facultés d'extension et se fendille. Le fruit est alors la proie des agents de pourriture et de moisissure. Il a perdu presque toute valeur marchande (fig. 2). Ce cas extrême demeure cependant rare.

Il est à remarquer que les arbres repérés comme « dépérissants » portent très souvent des fruits atteints bien plus tôt que ceux des arbres sains, soit que leur état déficient les rende plus sensibles, soit que, le cycle végétatif reprenant beaucoup plus tôt, certains fruits à

maturité très avancée présentent plus rapidement un état de sensibilité à la maladie.

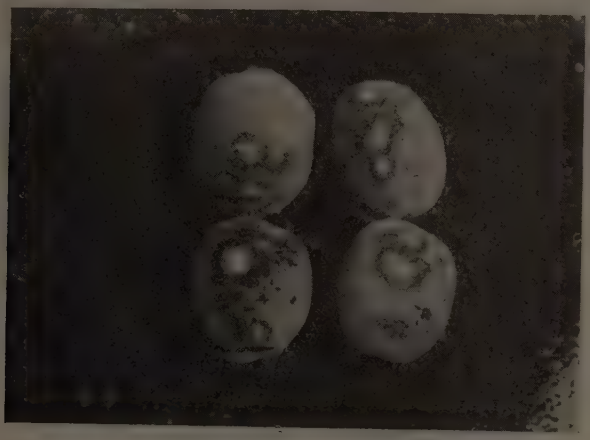


FIG. 1. — Jeunes Abricots (Bulida) portant des tâches d'Oïdium.

FIG. 2. — Cas d'attaque précoce grave. Fruits profondément fissurés (Bulida).

L'Oïdium atteint aussi le feuillage. Mais, en général sauf dans le cas des arbres dépérissants, les attaques intéressant les feuilles sont postérieures aux manifestations apparues sur les fruits (fig. 3). Mais alors qu'il est rare de voir un fruit entièrement envahi par l'Oïdium, par contre,

sur les feuilles, la maladie peut rapidement s'étendre à toute la surface du limbe. Elle en intéresse de préférence la partie supérieure mais peut se généraliser aux deux faces. L'ensemble du feuillage peut être envahi ; il perd alors sa couleur vert foncé pour prendre une teinte vert grisâtre. Souvent, dans le cas d'attaques graves, les feuilles se crispent et se replient longitudinalement. Le limbe meurt et se dessèche par larges plages.

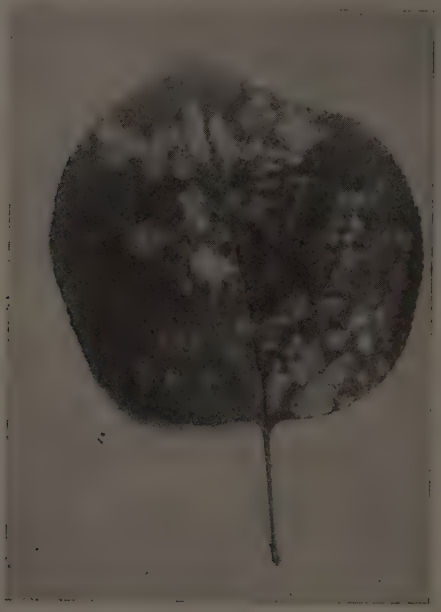


Fig. 3. — Feuille d'Abricotier Hâtif colomer, maculée d'Oïdium.

A la suite de fortes attaques d'Oïdium, nous avons souvent constaté une chute prématurée du feuillage. Les observations reprises en 1952 nous ont montré que, dans les cas graves, l'Oïdium à lui seul pouvait priver les arbres de leurs feuilles après les avoir tuées (fig. 5).

Cependant, il arrive souvent qu'on constate alors la présence simultanée de la Rouille (*Puccinia Pruni-spinosae*) Pers.

Il semblerait même que l'invasion de la Rouille soit facilitée par une attaque préalable d'Oïdium. En effet, les invasions secondaires de Rouille peuvent être dans ce cas très précoces et extrêmement brutales.

Les sores de *Puccinia* apparaissent à la face inférieure des feuilles, l'Oïdium étant de préférence localisé à la face supérieure. Sous cette double attaque, les feuilles meurent rapidement, se dessèchent et tombent.

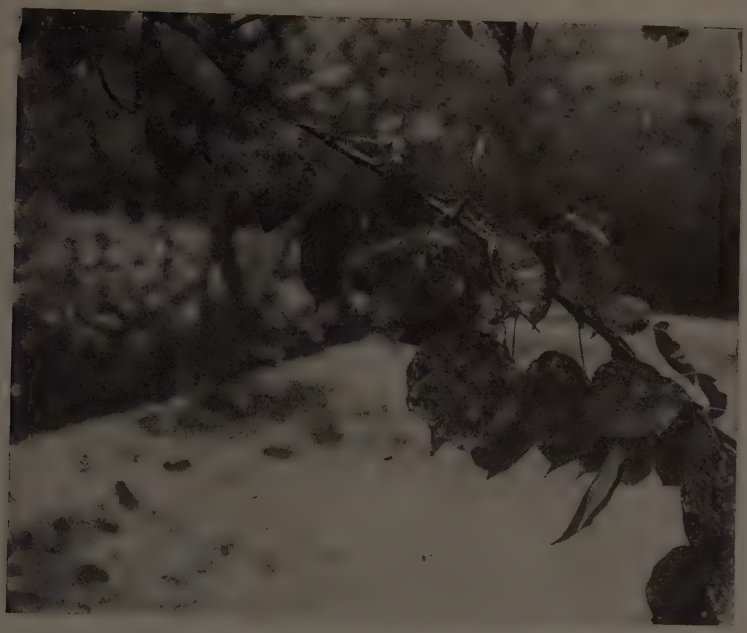


FIG. 4. — Rameau d'Abricotier Hâtif colomer, portant des feuilles atteintes.

FIG. 5. — Dessèchement des feuilles à la suite d'une attaque d'Oïdium Absence de rouille.

Nous avons constaté des chutes presque complètes au 25 juin 1951. De pareilles chutes, à une telle époque, sont catastrophiques. Tout le métabolisme de l'arbre est troublé, le bois s'aoûte mal, les repousses successives des extrémités des rameaux épuisent l'arbre et sont rapidement, à leur tour, la proie de ces deux champignons. Il n'est pas surprenant que dans des vergers attaqués ainsi chaque année, on constate régulièrement une chute presque totale des jeunes fruits.

II. — ÉTIOLOGIE ET ÉVOLUTION DU PARASITE

Le champignon apparaît donc, comme nous l'avons vu, sous forme d'un léger lacis mycélien tout d'abord localisé aux fruits, puis visible sur les feuilles.

Sur ce mycélium ectophyte, apparaissent bientôt des chaînettes de conidies unicellulaires portées par des conidiophores, simples hyphes redressés. C'est la forme *Oïdium*.

Ces conidies en chaînes fragiles se détachent aisément et peuvent être emportées par le moindre vent ou la plus légère pluie. Ce sont les organes de dissémination de la maladie. Leur faculté germinative ne dépasserait pas quelques semaines (19). Une fois détachées, elles germent au contact d'un épiderme végétal. La mycélium qui en naît se fixe à la surface et envoie de courts suçoirs à travers les parois des cellules de l'épiderme.

On a montré (27, 32) que la présence de gouttelettes d'eau n'était pas indispensable à la germination des conidies de certaines Érysiphacées et qu'une certaine humidité de l'atmosphère suffisait. En mars 1952, nous avons cherché à vérifier cette propriété en inoculant des feuilles de jeunes Abricotiers cultivés en pot au laboratoire. A 19°, les conidies, fréquemment humectées, donnaient naissance à du mycélium en quelques jours. Mais les conidies simplement déposées sur le limbe sans humectation germaient également et entraînaient la contamination en une semaine environ, l'humidité relative restant voisine de 60 p. cent. Cette propriété est importante et suggère que la pluie ou l'humidité de l'atmosphère ne joue probablement qu'un rôle secondaire dans l'épidémiologie de cette maladie.

A la fin de l'été, le mycélium perd l'aspect de feutrage floconneux blanc qu'on observe au printemps et en plein été, pour prendre l'apparence d'une sorte de pruine dense et grisâtre plaquée sur le limbe. A cette époque, en effet, on n'observe plus guère de chaînes conidiennes dressées.

Dès le mois de septembre, les périthèces apparaissent en abondance dans le mycélium. En fait, nous avons pu, en 1952 observer leur formation

dès la fin juillet sur des feuilles très atteintes et en partie desséchées. Les jeunes périthèces qui apparaissent dans le mycélium ont la forme

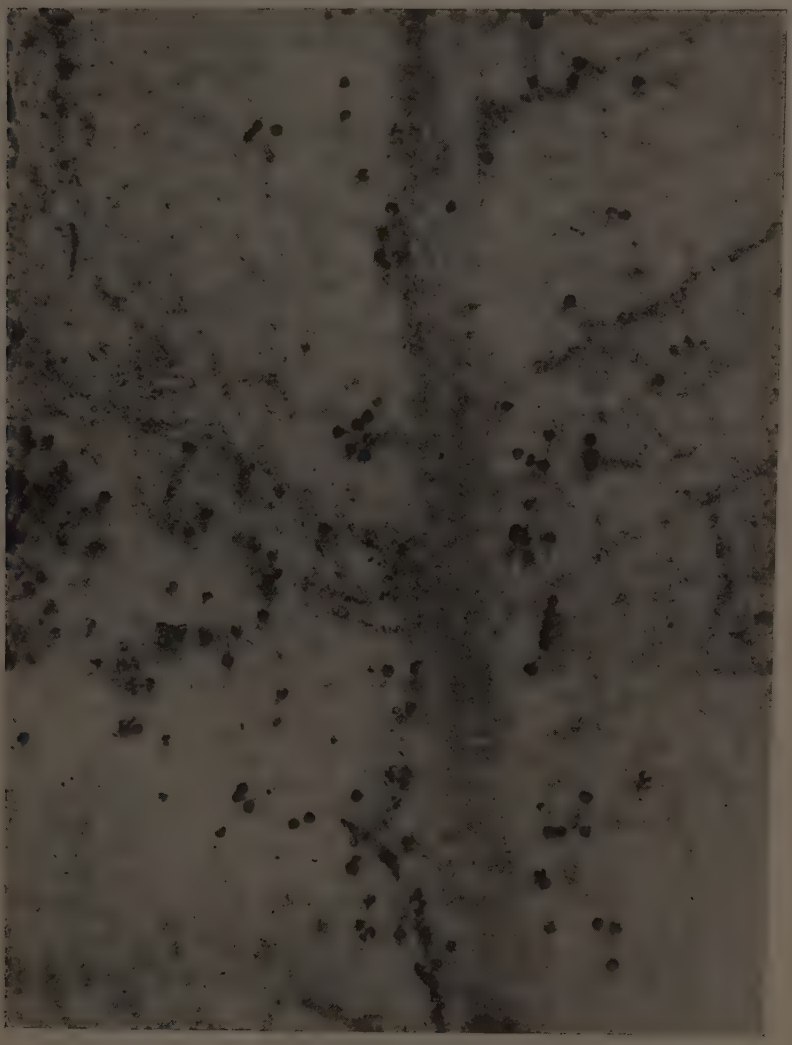


FIG. 6. — Limbe de feuille d'Abricotier portant des périthèces.

de petites sphères d'un blanc nacré qui atteignent rapidement leur taille définitive. Leur couleur fonce progressivement et passe au jaune, puis au brun foncé pour devenir presque noire (fig. 6). Les périthèces

à l'état frais restent globuleux (fig. 7). Pendant l'hiver, ils se dessèchent partiellement et se déprimen au pôle opposé à l'insertion des fulcres.

FIG. 7. — Dessin à la chambre claire de périthèces dans différents états. Certains ont libéré leur asque, 8 ascospores sont visibles dans l'un d'eux.

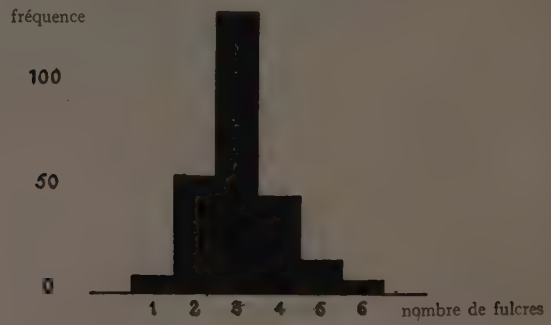


FIG. 8. — Histogramme des périthèces distribués suivant leur nombre de fulcres.

Au microscope, on distingue nettement les fulcres en nombre variable (fig. 8) ; tous sont insérés au même point et divisés plusieurs fois dichotomiquement à leur extrémité libre (fig. 9). Leur longueur varie beaucoup : nous avons mesuré des longueurs allant de 100 à 300 μ et plus. Chaque

périthèce contient un seul asque facilement observable après éclatement des parois (fig. 7). En automne, il suffit souvent de mettre le périthèce dans l'eau pour en voir jaillir l'asque. A défaut, une simple pression sur la lamelle couvre-objet peut provoquer son ouverture. Chaque asque contient 8 ascospores visibles parfois dès la fin du mois de septembre comme nous avons pu le constater chez certains périthèces. D'autres échantillons plus nombreux nous ont montré que la différenciation des ascospores ne fait en général que commencer à la mi-octobre. Elle peut

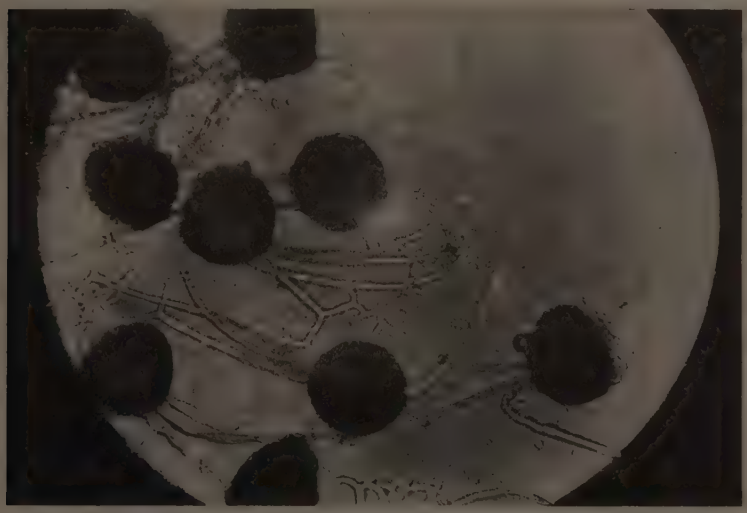


FIG. 9. — Microphotographie de fulcres divisés dichotomiquement à leur extrémité distale.

être considérée comme terminée à la mi-novembre. Tous les périthèces observés à cette époque libéraient facilement leurs 8 ascospores dès qu'ils étaient placés dans une goutte d'eau.

Dimensions observées :

Périthèces diamètre.....	70 à 100 µ,	90 µ	fréquence	maximum
Asques	longueur	70 µ	—	—
	largeur	57 µ	—	—
Ascospores.....	longueur	25 µ	—	—
	largeur	15 µ	—	—

Ces observations nous ont permis de vérifier qu'il s'agit bien du *Podosphaera tridactyla* (WALLR) de BARY (2), que SALMON (7, 20) considère comme une variété de l'espèce *Podosphaera oxyacanthae* (D. C.) de BARY qui s'attaque surtout aux Rosacées : Aubépines, Cerisiers, Pruniers, etc... (1, 14, 19, 26).

Certains auteurs (22) ayant suggéré que l'Oïdium visible sur les fruits pouvait bien ne pas appartenir à la même espèce que l'Oïdium des feuilles, nous avons contaminé des abricots Bulida le 24 avril 1952, à l'aide de conidies prélevées sur des feuilles. Les fruits étaient ensuite protégés par des manchons en papier calque. Le 30 mai 1952, chaque fruit portait au point d'inoculation des taches rouges sur lesquelles apparaissait le mycélium. Le reste des fruits de l'arbre ne présentait presque pas d'Oïdium.

Cette expérience qui n'a pu être menée à son terme par suite de la cueillette des fruits sera reprise ultérieurement.

III. — ÉCOLOGIE

Nos observations ne portant que sur trois années, nous ne ferons état de quelques remarques qu'avec prudence.

Dans sa phase printanière très importante au point de vue économique, la maladie apparaît en des vergers sporadiquement disséminés. Et il n'est pas possible de lui reconnaître un caractère endémique net.

Par contre, en automne, très rares sont les vergers indemnes ; mais la maladie est bénigne à cette époque.

La date de la première apparition dans l'ensemble des vergers est évidemment impossible à fixer avec une certaine précision. D'autant plus que la présence constante de mycélium sur les arbres plus ou moins « dépérissants » ne contribue pas à simplifier le problème. Aussi nous sommes-nous borné à repérer chaque année avec précision la date de la première apparition dans un verger donné.

C'est ainsi qu'à Toulouges nous avons observé les toutes premières taches le 28 avril pour l'année 1950, 2 mai pour l'année 1951, 18 avril pour l'année 1952.

Ces chiffres n'ont d'ailleurs qu'un intérêt relatif. La date approximative du début de l'invasion massive est autrement importante à connaître

L'époque de ces invasions se situe environ au début de mai pour 1950; au début de juin pour 1951 et à la fin avril pour 1952.

Si donc en 1950 et en 1952, l'infection se répandit rapidement en une semaine environ à l'ensemble du verger, il fallut attendre le début de juin, en 1951, pour constater des dégâts sérieux ; encore furent-ils beaucoup moins généralisés.

Or, les températures des mois de mars, avril, mai et juin ont été respectivement :

	Mars		*Avril*		*Mai*		*Juin*	
	Moyenne des minima journaliers	Moyenne des maxima journaliers	Moyenne des minima journaliers	Moyenne des maxima journaliers	Moyenne des minima journaliers	Moyenne des maxima journaliers	Moyenne des minima journaliers	Moyenne des maxima journaliers
1950.....	6,76	16,85	8,52	17,37	13,31	22,74	17,90	28,60
1951.....	6,61	14,39	9,46	17,08	11,09	18,42	16,29	25,34
1952.....	9,67	18,18	10,06	18,94	13,8	24,27	18,43	28,65

Ces chiffres nous ont été aimablement communiqués par le poste d'observations météorologiques du terrain d'aviation de la Llabanère.

La répartition de la température au cours de ces trois printemps suggère donc déjà la rôle favorable d'un facteur thermique élevé. On constate combien le printemps 1951 fut, dans l'ensemble, plus frais que ceux des années 1950 et 1952. Les printemps 1950 et 1952 ont vu de grandes invasions d'Oïdium alors que 1951 n'a eu à subir que des attaques beaucoup moins graves et plus tardives, probablement en relation avec la fraîcheur du mois de mai.

En fait, en 1952, il a été possible de trouver quelques abricots tachés d'Oïdium dès le 10 avril (la dernière décade de mars avait été exceptionnellement chaude).

On peut chercher à préciser le rôle de la température dans l'extension de l'infection. Si l'on considère les températures moyennes de la semaine qui a précédé, chaque année, l'invasion massive, on remarque de l'une à l'autre une certaine constance suggérant qu'un certain palier doit être atteint pour que l'infection puisse se généraliser rapidement.

Nous trouvons en effet :

En 1950, pour la première semaine de mai, une température de 11°7 comme moyenne des minima journaliers, et une température de 23°2 comme moyenne des maxima journaliers. L'état hygrométrique moyen correspondant étant de 59,3 p. cent.

En 1951, on note pour la première semaine de juin, une température de 14°8 comme moyenne des minima journaliers, et une température de 23°7 comme moyenne des maxima journaliers, ainsi qu'un état hygrométrique moyen de 65 p. cent.

Enfin, en 1952, pour la semaine allant du 13 au 20 avril, on enregistre :

Une température de 12°1 comme moyenne des minima journaliers, et une température de 23°2 comme moyenne des maxima journaliers, avec un état hygrométrique de 69,5 p. cent.

On ne peut nier une analogie dans les caractéristiques de ces trois semaines, surtout pour les températures maxima.

Il semble donc se confirmer que la température est le facteur climatique essentiel dont dépend le développement de l'Oïdium.

Le rôle joué par l'état hygrométrique de l'atmosphère semble, par contre, plus difficile à déterminer. Des études plus précises devront être envisagées. Cependant on peut estimer que l'humidité est, très généralement, en quantité suffisante pour ne pas gêner le développement du champignon (27, 28, 32, 33).

Nous pourrons donc admettre que si l'Oïdium peut vivre à des températures voisines de 0°C, il ne peut proliférer abondamment que si la température atteint une valeur suffisamment élevée pendant un temps suffisamment long.

Ce serait donc le facteur thermique qui réglerait la plus ou moins grande précocité de l'attaque.

Le caractère exceptionnel, au printemps, de cet Oïdium dans les régions plus septentrionales, ou son apparition plus tardive, mais aussi plus fréquente s'expliqueraient probablement de la même façon (sans oublier le mode d'hibernation étudié ci-après).

Enfin, bien que nous n'ayons pas fait d'observations à ce sujet, si l'on admet, comme l'indique MARCHAL (19), « que l'extension des Erysiphacées paraît hautement favorisée par une dépression momentanée de la turgescence des organes hospitaliers », on doit reconnaître que le régime des vents qui règne en Roussillon est souvent très favorable à la prolifération du parasite. Le vent marin qui sature l'atmosphère d'humidité est favorable à la germination des spores, alors que les brusques sautes de vent au nord-ouest provoquent avec la « Tramontane » une chute brutale de l'état hygrométrique de l'air qui, en diminuant la turgescence des feuilles facilite une rapide généralisation de la maladie.

Signalons enfin qu'il ne nous a pas encore été possible de mettre en évidence une sensibilité variétale nette parmi les principales variétés d'Abricotiers cultivées en Roussillon.

L'effet du porte-greffe semble également secondaire.

IV. — HIBERNATION DU CHAMPIGNON

Il était intéressant, en vue de l'établissement d'une méthode de lutte, de connaître le mode d'hibernation du parasite.

L'hibernation pourrait éventuellement être assurée de plusieurs façons (25).

1° **Par les filaments mycéliens.** — On n'a pas le droit d'éliminer, *a priori*, la possibilité de ce mode d'hibernation.

C'est pourquoi, au cours de l'hiver 1950-1951, de novembre à mars,

à plusieurs reprises, nous avons soumis à un examen minutieux un très grand nombre de rameaux et de bourgeons prélevés sur des arbres très atteints l'été précédent.

Il ne fut pas possible à cette époque de mettre en évidence la présence de mycélium de *Podosphaera*, que ce soit sur les rameaux ou sur les bourgeons.

Au reste, à l'état normal, les jeunes rameaux ne portent jamais de mycélium comme c'est le cas du Pêcher avec le *Sphaerotheca pannosa*, et du Pommier avec le *Podosphaera leucotricha*. (Le mycélium peut toutefois se développer sur les jeunes rameaux étiolés d'arbres cultivés au laboratoire. Il forme alors un manchon duveteux épais mais très fragile.)

Si le mycélium hivernait dans les bourgeons, les jeunes pousses feuillées seraient atteintes les premières au printemps dès que la température extérieure serait suffisante pour permettre le développement du champignon. Nous n'avons jamais encore rien observé de pareil.

Il nous semble donc raisonnable d'admettre, en tout état de cause, que ce mode d'hibernation peut être considéré comme négligeable.

Par contre, un cas particulier, fort important, doit être envisagé : celui des arbres « dépérissants ». Nous avons dit combien ces arbres étaient sensibles à l'Oïdium. Or, dès le mois d'octobre, certains montrent déjà de jeunes pousses feuillées susceptibles de rester dans cet état jusqu'au printemps, d'autant plus facilement qu'il n'est pas rare d'enregistrer en Roussillon des hivers très doux. Ainsi, au cours de l'hiver 1950-1951, la température, dans la région de Perpignan, est à peine descendue au-dessous de 0°C, à six reprises différentes, pendant quelques heures, le minimum absolu restant de — 1,4°C. De même, pendant l'hiver 1951-1952, les gelées furent très rares (quelques jours) et très atténuées (le minimum absolu fut de — 2°). Lorsque de telles conditions sont réalisées, les arbres dépérissants restent en feuilles tout l'hiver.

Nous avons, tout le long de la mauvaise saison, constaté la présence, sur les feuilles de ces arbres, de taches de *mycélium actif et porteur de conidies*. Ces attaques passent ordinairement inaperçues car les taches restent, en général, peu étendues.

Les relevés météorologiques des hivers des dernières années montrent en outre la fréquence de périodes plus ou moins longues de beau temps au cours desquelles la température peut atteindre des maxima de l'ordre de 18 à 20°C. A la faveur de ces journées chaudes, on s'explique facilement la possibilité d'infections successives.

Il est donc certain que l'Oïdium hiverne en Roussillon à l'état de mycélium actif produisant des conidies. Or, la proportion des arbres montrant le phénomène de foliation anticipée est rarement négligeable. Nous avons noté dans certains vergers jusqu'à plus d'un tiers des arbres feuillés prématurément.

Le rôle joué par les arbres dépérissants dans l'épidémiologie des atteintes précoces d'Oïdium de l'Abricotier paraît donc capital.

2° **L'hibernation sous forme de conidies.** — Il y a formation de conidies pendant l'hiver sur les feuilles des arbres dépérissants. Mais en dehors de ce cas précis, l'hibernation par conidies semble peu probable en raison de leur fragilité et de leur courte durée de faculté germinative (19).

3° **L'hibernaion par périthèces.** — Sur les rameaux que nous avons observés en automne, nous avons trouvé assez facilement des périthèces. Les mêmes observations reprises en février et mars permirent, à grand' peine, d'en trouver quelques-uns, retenus par leurs fulcres :

sur le tissu inégal des cicatrices foliaires,

à l'aisselle des bourgeons,

et même sur l'écorce des jeunes rameaux : les crosses des fulcres s'accrochaient à la moindre desquamation de la surface de l'écorce.

En mars 1951 et 1952, il a de même été possible de trouver des périthèces en abondance sur les feuilles tombées à terre depuis l'automne et presque complètement décomposées. Une proportion importante des conceptacles était désorganisée mais il était assez facile de retrouver des plages intactes.

Nous avons cherché à vérifier le rôle éventuel des périthèces dans l'hibernation. Pour cela nous avons, en octobre 1950, récolté des feuilles abondamment garnies de périthèces, nous les avons gardées à la température du laboratoire tout l'hiver, les unes à l'air libre, les autres en milieu humidifié. Le 19 avril 1951, nous avons prélevé des périthèces qui avaient ainsi hiverné et nous les avons déposés, un peu après l'apparition des premières feuilles, dans une goutte d'eau sur les feuilles repérées de jeunes abricotiers mis en pots à cet effet.

Comparativement, d'autres contaminations étaient pratiquées avec des périthèces restés à l'air libre et prélevés un par un directement sur les rameaux d'arbres très atteints l'été précédent.

Les jeunes abricotiers étaient, soit mis sous cloche en atmosphère saturée, à la température extérieure, soit sous cloche mais en relation avec l'air extérieur, soit enfin en étuve à 25° en atmosphère humide.

Quelle que fût l'origine des périthèces, il fut impossible d'obtenir la moindre production de mycélium dans le mois qui suivit.

Les périthèces d'Erysiphacées sont indéhiscents et ne peuvent libérer les asques qu'après éclatement, dilacération ou atteinte quelconque de leur paroi. A la grande facilité de libération des spores que l'on observe en automne s'oppose au printemps une grande résistance aux agents physiques. Si l'eau seule peut suffire en automne à faire éclater les périthèces, il n'en est plus de même après l'hiver. C'est ainsi qu'il nous a été

difficile de faire éclater les conceptacles ayant passé l'hiver à l'air libre sur les rameaux. Il est probable que les périthèces que l'on retrouve après l'hiver représentent des formes aux parois particulièrement imperméables à l'eau, la plupart des formes perméables éclatant trop facilement pour pouvoir hiverner dans cet état. Il est possible aussi que les parois des périthèces fragiles en automne acquièrent progressivement une certaine résistance pendant l'hiver.

Rien n'empêche de supposer aussi que ces périthèces ne puissent libérer les asques beaucoup plus tard, au cours de l'été par exemple. Il convient en effet dc remarquer que tous les jeunes arbres contaminés comme indiqué plus haut, et loin de tous autres Abricotiers, se sont trouvés envahis de mycélium de *Podosphaera* en septembre 1951.

Remarquons encore que les arbres adultes sur lesquels nous avions fait nos prélèvements de périthèces, avaient été très atteints par l'Oïdium en 1950 et portaient de nombreux périthèces sur leurs feuilles puis à la fin de l'hiver sur leurs rameaux, or ils furent pratiquement indemnes d'Oïdium au printemps 1951, tout traitement ayant été évité. L'attaque apparut de nouveau en été. Nous avons observé le même phénomène dans trois autres vergers.

Reprenant les essais d'inoculation, nous avons prélevé en mars 1952 de nombreux périthèces sur des feuilles mortes ayant passé l'hiver dans des conditions naturelles en plein air.

Les périthèces étaient déposés dans une goutte d'eau sur les jeunes feuilles d'Abricotiers en pots, comme précédemment. Un coton maintenu humide était appliqué sur les feuilles inoculées. Malgré ces précautions, des prélèvements ultérieurs nous montrèrent que les périthèces étaient restés entiers. A cette époque donc, l'humidité seule ne semble pas capable, tout au moins en une quinzaine de jours, de provoquer leur éclatement.

Aussi avons-nous recommencé les inoculations en écrasant au préalable les conceptacles entre 2 lames de verre. Les feuilles contaminées étaient humectées plusieurs fois par jour. Nous avons pu nous assurer qu'une faible proportion seulement des périthèces recélait encore des asques contenant leurs 8 ascospores. La plupart étaient envahis par les spores d'un champignon hyperparasite. Cependant, parmi les périthèces non parasités, certains, maintenus en milieu aqueux pendant quelques jours à 18°, ont libéré leurs spores et la germination de quelques-unes a pu être observée.

A la suite de ces inoculations, nous avons pu constater l'apparition de taches d'Oïdium au bout d'une semaine à la température de 18°, le 26 mars 1952.

La preuve était faite que les périthèces de *Podosphaera tridactyla* sont capables d'assurer la pérennité de la maladie d'une année à l'autre.

Nous évoquerons enfin l'éventuelle possibilité d'une hibernation

sous forme d'ascosposes (25). La maturation automnale de celles-ci et leur facile libération avant l'hiver ne permet pas de considérer ce mode comme impossible *a priori*. Cependant nous n'avons pu jusqu'à ce jour en démontrer l'existence.

En résumé, l'hibernation du champignon semble au premier chef assurée, en Roussillon, par le mycélium actif porté par les feuilles des arbres dépérissants. C'est ce mode d'hibernation qui est probablement responsable des graves attaques précoces atteignant les fruits.

Parallèlement, le champignon peut hiverner sous forme de périthèces, mais il est vraisemblable, en raison de la difficulté de libération des ascospores, que ce mode de conservation ne joue pas un rôle important dans les attaques massives du printemps.

Il est probable que, sous les climats trop froids qui ne permettent pas le maintien des feuilles pendant toute la durée de l'hiver sur les arbres dépérissants, l'hibernation par mycélium est impossible. Il resterait seulement l'hibernation par périthèces. Cette particularité contribuerait en partie à expliquer l'absence d'attaques sur les fruits sous ces climats plus froids.

Un point cependant reste obscur. Il s'agit de la localisation des premières taches sur les jeunes fruits chez les arbres à feuillaison normale. Ceci est d'autant plus curieux que des essais de contamination à l'aide de conidies ou d'ascospores sur de très jeunes feuilles, peu après le débourrement, nous ont montré leur réceptivité à l'Oïdium. Des observations minutieuses au printemps 1952 nous permettent de penser que l'Oïdium apparaîtrait sur les feuilles à peu près en même temps que sur les fruits.

Mais la présence du champignon est plus rapidement décelable sur ces derniers grâce à leur réaction rouge de leur épiderme.

V. — ESSAIS DE TRAITEMENT

Nous signalerons tout d'abord que, quel que soit le mode d'hibernation de la maladie, les traitements pratiqués un peu avant le débourrement sont tout à fait inefficaces. On ne peut donc envisager que des traitements en cours de végétation.

Essais effectués en 1951

Après avoir constaté en 1950, l'insuffisance manifeste des soufres viticoles ordinaires, nous avons fait, en 1951, un essai comparatif de traitements.

Le verger d'essai était situé dans une vigne, au creux d'un bas-fond entouré de pentes raides, à proximité de la Têt. Il était composé d'Abri-

cotiers « Rouge du Roussillon » de 20 à 30 ans en moyenne, greffés sur Myrobolan. Nous avons commencé les traitements lorsque les taches sur fruits étaient déjà nombreuses, mais avant que des attaques fussent encore visibles sur les feuilles.

Dans le choix des produits utilisés, nous avons, *a priori*, écarté tous les produits cupriques en raison de l'action irrégulière et insuffisante qu'on leur reconnaît généralement contre les Oïdiums (30), (31), (34).

En outre, la bouillie bordelaise tache les fruits et risque de provoquer des brûlures. De même, ayant constaté à maintes reprises, surtout par temps pluvieux, de graves brûlures causées sur de jeunes abricots par des produits comme le Verdet, les oxychlorures ou les oxydes cuivreux, nous avons considéré que les produits cupriques étaient dénués d'intérêt.

La bouillie sulfocalcique n'a pas été essayée pour des raisons de commodité.

a) **Produits utilisés** :

1° Un soufre micronisé sous forme de poudre mouillable titrant 80 p. cent de soufre à l'état libre (dimensions des particules comprises entre 1 et 6 μ), employé de préférence, à la suite de bons résultats constatés l'année précédente.

2° Le même soufre micronisé en poudre titrant 40 p. cent de soufre à l'état libre.

3° Une poudre mouillable contenant 70 p. cent de diméthyl-dithiocarbamate de fer.

4° Un produit à base d'oxyquinoléine sous forme de poudre mouillable titrant 2,75 p. cent de sulfate neutre d'oxyquinoléine, employé par analogie avec les travaux suisses sur *Sphaerotheca pannosa* (23).

5° Un produit à base d'oxyquinoléine en poudre, de même teneur en matière active.

Les bouillies étaient appliquées avec un pulvérisateur à moteur marchant sous 15 kg de pression et les poudres à l'aide d'une poudreuse Procall. Chaque traitement était répété en 4 endroits répartis au hasard dans le verger.

Le premier traitement eut lieu le 21 mai. Les produits furent employés aux doses suivantes :

Soufre en bouillie.....	0,750 kg par hl + 0,2 kg mouillant de synthèse ne contenant pas d'alcool terpénique.
Dithiocarbamate de fer	0,200 kg par hl, sans mouillant supplémentaire.
Oxyquinoléine en bouillie.....	1 kg par hl, sans mouillant supplémentaire.

Il fut constaté après ce premier traitement que la répartition du soufre micronisé en poudre était très irrégulière et la consommation exagérée. Certains rameaux étaient complètement jaunes alors que d'autres étaient à peine saupoudrés. Le produit à base de carbamate mouillait mal et laissait des taches noirâtres sur les parties traitées.

Quelques jours après ce premier traitement, l'état des arbres traités au soufre était nettement meilleur que celui des témoins (fig. 10-11).

Un deuxième traitement fut effectué le 15 juin avec les mêmes produits aux doses respectives de :

Soufre	1,500 kg par hl	+ 0,3 kg mouillant de synthèse
Carbamate de fer	0,3 kg par hl	+ 0,3 kg mouillant de synthèse
Oxyquinoléine	1 kg par hl	+ 0,3 kg mouillant de synthèse

A l'usage la dose de mouillant utilisée au cours de ces derniers traitements fut considérée comme exagérée.

Fig. 10. — Aspect au 15 juin d'une branche d'abricotier traité une fois au soufre micronisé.

Le 18 juin, on put constater que dans l'ensemble les arbres traités paraissaient se défendre beaucoup mieux que les autres, bien que l'Oïdium fût encore présent sur de nombreuses feuilles.

Le 27 juin, la différence d'aspect était frappante entre les arbres protégés par certains traitements et les arbres témoins couverts d'Oïdium dont certains étaient dépouillés en grande partie (fig. 12).

b) **Résultats des traitements au 27 juin.** — A la suite des chutes massives de fruits sur tous les arbres, il n'en est pas resté suffisamment pour

FIG. 11. — Aspect d'un arbre témoin le 15 juin.

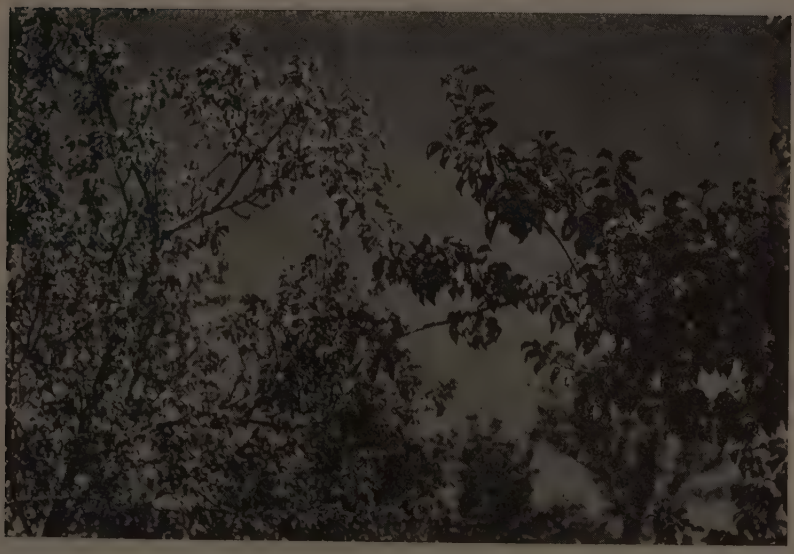


FIG. 12. — Aspect comparé d'un arbre traité au soufre micronisé (à droite) et d'un arbre témoin après le deuxième traitement, le 27 juin 1951.

pouvoir chiffrer par comptage l'efficacité des traitements. Nous avons dû nous contenter du comptage des feuilles donné ci-dessous.

Soufre micronisé en bouillie :

Le feuillage est d'un vert profond, il n'y a pas ou peu de rouille. Les fruits ne présentent que quelques taches d'Oïdium assez incrustées (n'évoluant plus depuis longtemps), le produit salit à peine les fruits. Les attaques d'Oïdium s'observent presque uniquement sur les jeunes pousses qui ont reçu fort peu de soufre.

Le pourcentage moyen des feuilles indemnes est de 81 p. cent.

Soufre micronisé en poudrage :

Le feuillage est bien vert dans l'ensemble. Il y a peu de Rouille. Les fruits montrent de nombreuses petites taches d'Oïdium, mais ils sont parfois couverts de couches exagérées de soufre. Le produit est efficace à condition que le dépôt soit suffisamment important. Ce sont surtout les extrémités des jeunes rameaux qui sont atteintes, les feuilles adultes sont bien protégées.

Le pourcentage moyen des feuilles indemnes est de 70 p. cent.

Carbamate de fer :

Le feuillage est vert foncé, ceci peut-être en rapport avec le fer apporté par le produit. Peu de Rouille. Les fruits présentent de petites taches d'Oïdium mais ils sont très tachés par le produit, même après addition de mouillant (le mouillant, en étalant les gouttes, diminue l'épaisseur du dépôt et recouvre le fruit d'un film continu). Sur les feuilles, les taches sont peu étendues mais assez nombreuses.

Le pourcentage moyen des feuilles indemnes est de 49 p. cent.

Oxyquinoléine en poudrage :

Le feuillage est vert pâle. Les fruits sont tous atteints par l'Oïdium bien qu'assez salis par la poudre. Les feuilles sont maculées de petites taches d'Oïdium et de sores de *Puccinia*.

Le pourcentage moyen des feuilles indemnes est de 24 p. cent.

Oxyquinoléine en bouillie :

Le feuillage est assez vert. Il ne reste que très peu de fruits. Les feuilles sont très attaquées par l'Oïdium qui s'étend en grandes plages. Grave attaque de Rouille.

Le pourcentage moyen des feuilles indemnes est de 9 p. cent.

Arbres témoins :

La défoliation des arbres dépendait surtout de l'importance de l'attaque de Rouille, mais il fut impossible de trouver une seule feuille

indemne d'Oïdium sur les témoins. Les fruits restant sont tous également contaminés.

Le pourcentage moyen des feuilles indemnes est donc de 0 p. cent.

Le graphique ci-joint (fig. 13) illustre les résultats concernant l'état du feuillage des arbres à la suite des différents traitements. Les comptages ont porté sur environ 600 feuilles par traitement. Les différences entre les parcelles traitées au soufre micronisé et les témoins étaient telles qu'en première approximation une analyse statistique nous a paru superflue.

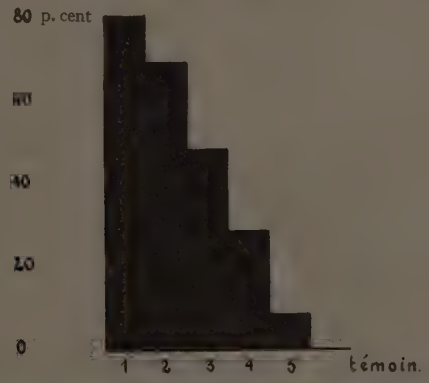


FIG. 13. — Efficacités relatives des traitements en pourcentage de feuilles indemnes. Les numéros portés en abscisse correspondent aux traitements indiqués dans le texte.

A côté de cet essai principal, nous avons, sur une échelle plus modeste, essayé les produits suivants : soufre colloïdal, formol, permanganate de potassium et sulfure d'ammonium.

Le SOUFRE COLLOIDAL contenant 50 p. cent de soufre, employé à la dose de 0,200 kg/hl, n'a pas eu d'effet visible, mais nous ne pouvons juger puisqu'il n'a pu être employé qu'une seule fois. Il semble bien cependant que la dose de 0,200 kg/hl recommandée par le fabricant soit beaucoup trop faible (0,100 kg/hl seulement de soufre).

Le FORMOL, solution à 1 p. cent a très sérieusement brûlé les feuilles sans cependant gêner de façon appréciable le mycélium de l'Oïdium.

Le PERMANGANATE. — L'effet fongicide du permanganate fut, par contre, très net : les observations faites les jours suivants permirent de constater que le mycélium avait été tué aux endroits où il avait été imprégné. Mais la dose employée était exagérée et entraînait une chute partielle des feuilles. De plus, même avec un mouillant, le permanganate mouillait mal.

Nous rappelons que l'emploi d'un mouillant spécial est indispensable ; celui que nous avons utilisé, bien que ne contenant pas d'alcool terpénique réduisait le permanganate trop rapidement pour être recommandé.

Néanmoins, cet essai est intéressant car il est probable qu'avec le soufre micronisé le permanganate est un des rares produits vraiment efficaces. Nous pensons qu'on pourra essayer l'emploi de solution de permanganate à 0,250 kg/hl.

Le SULFURE D'AMMONIUM à 1 p. cent n'a eu aucun effet ni sur le mycélium ni sur les feuilles malgré le dégagement intense d'hydrogène sulfuré (29). Remarquons que ceci reste cependant en accord avec la théorie de Mc CALLAN (3) sur l'action du soufre. Mais, quel que soit ce mode d'action, on peut considérer que dans le cas d'un ectoparasite comme l'Oïdium, le soufre agit à la fois curativement puisqu'on observe l'atténuation des taches mycéliennes, et préventivement puisqu'il augmente beaucoup la proportion des feuilles restées saines.

Nous avions, en outre, suivi d'autres essais à base de soufre micronisé dans plusieurs vergers. Ils ont, dans l'ensemble, donné de bons résultats. Dans l'un d'eux, le traitement au soufre micronisé en bouillie à 1 p. cent, sans mouillant supplémentaire, a été effectué *préventivement* dès que le fruit avait 2,5 à 3 cm de long ; il fut pratiqué trois fois jusqu'à 10 jours de la cueillette. Les abricots traités furent entièrement protégés alors que les fruits des arbres témoins montraient de nombreuses taches. Cependant, les fruits traités étaient salis par un dépôt de soufre assez visible.

c) **Conclusions des essais.** — En résumé, les essais de traitements effectués en 1951 montrèrent la possibilité de lutter très efficacement contre l'Oïdium dans le cas d'attaques sur feuilles, grâce à l'emploi de soufre micronisé utilisé de préférence préventivement. L'action de cet anticryptogamique peut être spectaculaire comme le montre la photographie (fig. 14).

Ces traitements assurèrent également une bonne protection des fruits.

2° *Essais effectués en 1952* :

Les résultats obtenus en 1951 demandaient confirmation aussi avons-nous repris ces études en 1952 au cours de deux essais comparatifs.

a) **Essai de traitements préventifs. Étude statistique.** — Cet essai avait pour but de juger de l'efficacité des traitements préventifs au soufre micronisé. Les arbres, des Abricotiers « Bulida » d'une douzaine d'années greffés sur Myrobolan, furent choisis dans un verger planté en terre de jardin irrigable de la région de Toulouges. Ils étaient répartis en 4 blocs au hasard dans le verger. Dans chaque bloc un arbre était traité au soufre micronisé en bouillie à 1 p. cent ; un autre, au soufre micronisé en poudre et le dernier laissé comme témoin. Les 3 arbres étaient répartis au hasard dans chaque bloc.

Le premier traitement fut effectué le 21 avril 1952 alors que les arbres ne montraient pratiquement aucune trace d'Oïdium.

Peu de temps après le traitement, les arbres subirent du mauvais temps. Le 23 avril, nous avons pu constater que sous l'effet de la pluie les feuilles avaient été presque entièrement débarrassées du soufre en poudre qui s'accumulait aux extrémités ou sur les bords des limbes.

FIG. 14. — Autre essai. Photographie prise le 15 novembre 1951. Abricotiers Bulida. Au premier plan traités au soufre micronisé à 1 p. cent, 3 fois de la cueillette des fruits à la fin août. Les dépôts de soufre sont encore bien visibles. Au second plan arbres témoins non traités. Leur défoliation a commencé dès le début septembre sous l'effet d'une attaque d'oïdium et de rouille.

De la même façon la pluie avait délavé les fruits et accumulé le soufre à leur partie inférieure.

A cette insuffisance très nette d'adhérence s'opposait la bonne tenue du produit sous forme de poudre mouillable.

Un deuxième traitement appliqué dans les mêmes conditions fut effectué le 9 mai suivant.

Au 30 mai, un peu avant la récolte, l'attaque dans l'ensemble n'était pas très importante ; néanmoins, on pouvait d'emblée observer une différence très nette entre les témoins et les arbres traités. Les taches d'oïdium présentes sur les fruits traités étaient rares et très peu apparentes.

Un comptage minutieux fut effectué ; il portait sur 120 fruits par

arbre. Il permit de juger de l'efficacité remarquable, dans ce cas, du soufre micronisé.

Soufre micronisé en bouillie	99 p. cent	de fruits	sains
Soufre — en poudre	93 p. cent	—	—
Arbres témoins	52 p. cent	—	—

L'étude statistique de cet essai est résumée ci-dessous. L'ensemble des données observées est réuni dans le tableau I.

TABLEAU I

Traitements	Blocs I	II	III	IV
Soufre Bouillie-B	96	100	100	95
Soufre Poudre-P	93	94	93	100
Témoin-T	41	44	63	58

En pour cent de fruits sains

La transformation de BLISS effectuée sur des pourcentages permet de dresser les tableaux I *bis* et II.

TABLEAU I *bis*

Traitements	Blocs I	II	III	IV	Total	Moyenne	Total × moyenne
B	78,5	90	90	77,1	335,6	83,9	28 156,8
P	74,7	75,8	74,7	90	315,2	78,8	24 837,8
T	39,8	41,6	52,5	49,6	183,5	45,9	4 817,1
Total	193	207,4	217,2	216,7	834,3		61 411,7
Moyenne	64,3	69,1	72,4	72,2		69,5	
Total x moyenne	12 409,9	14 337,6	15 725,3	15 652,2	58 125,0		58 000,5

TABLEAU II

Carrés des mesures

Traitements	Blocs I	II	III	IV
B	6 162,25	8 100	8 100	5 944,41
P	5 580,09	5 745,64	5 580,09	8 100
T	1 584,04	1 730,56	2 756,25	2 460,16
Total	13 326,38	15 576,20	16 436,34	16 504,57

61 843,5

La somme des carrés des écarts par rapport à la moyenne générale est :

$$61\,843{,}5 - 58\,000{,}5 = 3\,843{,}0$$

Se décomposant en :

Effets dus aux blocs

$$58\,125{,}0 - 58\,000{,}5 = 124{,}5$$

Effets dus aux traitements :

$$61\,411,7 - 58\,000,5 = 3\,411,2$$

Et enfin en effets résiduels

$$3\,843,0 - (124,5 + 3\,411,2) = 307,3$$

Le tableau d'analyse de la variance est donc :

Origine de la variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Variance
Entre blocs	124,5	3	41,5
Entre traitements	3 411,2	2	1 205,6
Résiduelle	307,3	6	51,2
Total	3 843,0	11	

1° *Comparaison de la variance « entre blocs » et de la variance résiduelle.*

Le rapport des variances est : $\frac{41,5}{51,2} = 0,81$.

Il n'y a pas de différence significative entre les blocs au seuil de signification 5 p. cent.

2° *Comparaison de la variance « entre traitements » et de la variance résiduelle.* — Le rapport des variances est : $\frac{1\,705,6}{51,2} = 33,30$.

La valeur limite, lue dans la table de Snédécor au point 5 p. cent est 5,14.

Il y a donc des différences significatives entre les traitements.

3° *Comparaison des traitements deux à deux :*

a) Calcul de l'écart-type de la différence des moyennes relatives à deux traitements quelconques :

Variance d'une mesure 51,2

Variance de la moyenne $\frac{51,2}{4} = 12,8$

Variance de la différence des 2 moyennes : 25,6

Ecart type : $\sqrt{25,6} = 5,06$

Or la limite t_0 correspondant au seuil 0,01 est 3,707.

Deux traitements peuvent donc être regardés comme distincts lorsque la différence de leur moyenne dépasse

$$5,06 \times 3,707 = 18,75$$

Donc les deux traitements au soufre (bouillie et poudrage) ont eu un effet protecteur sur les fruits très significatif.

Par contre, même au seuil 0,05 la précision de l'essai ne permet

pas de mettre en évidence une différence d'action significative entre les deux modes de soufrage, puisque pour être retenues les différences devraient au moins être égales à :

$$5{,}06 \times 2{,}447 = 12{,}38$$

Ces résultats montrent donc la possibilité d'agir très efficacement contre l'Oïdium sur abricots. Cependant, nous avions bénéficié de circonstances assez favorables : attaque à évolution lente et peu virulente. Dans certains cas, il arrive que l'on soit débordé par l'allure soudaine de l'invasion, soit qu'on n'ait pas agi suffisamment tôt, soit que les premiers traitements aient été insuffisants. Aussi avons-nous cherché dans un deuxième essai à traiter curativement les arbres atteints.

b) **Essai de traitements curatifs.** — Le verger d'essai était composé d'Abricotiers Rouge du Roussillon sur Reine-Claude (15 ans environ) cultivés sur les coteaux secs du sud de Perpignan. Le propriétaire s'était laissé surprendre par une très forte attaque d'Oïdium. Il avait d'abord tenté sans succès d'enrayer la maladie avec un soufrage au soufre trituré, puis avait fait une application de soufre micronisé en bouillie à raison de 0,500 kg/hl. Devant l'échec de ses efforts, il était venu nous consulter.

Nous n'avons pas cherché en première approximation à établir un essai comparatif rigoureux. Nous avons recherché avant tout les produits susceptibles d'arrêter l'évolution du champignon. Les trois produits retenus furent un colorant organique à base de méthylbenzène-azodiaminobenzène, depuis longtemps dans le commerce, le permanganate de potasse et le soufre micronisé en bouillie.

Le colorant organique était employé à la dose prescrite par le fabricant soit environ 0,150 kg. par hl d'une pâte contenant 9,8 pour cent de colorant. Le permanganate, à 0,200 kg/hl additionné d'un mouillant spécial ne réduisant pas le permanganate (250 cm^3 par hectolitre). Le soufre micronisé à 1 p. cent additionné de 300 cm^3 d'agent mouillant ne contenant pas d'alcool terpénique sulfoné.

L'essai portait sur 21 arbres. Le 3 mai 1952 au matin, certains arbres furent traités au colorant organique, d'autres au permanganate. Le soir, quelques-uns de ces arbres furent traités au soufre micronisé ainsi que d'autres qui n'avaient pas été traités le matin.

Le 7 mai, il était manifeste que le colorant organique avait nettement agi, les fruits demeuraient évidemment tachés de rouge mais le mycélium avait perdu son aspect virulent, ou même avait complètement disparu.

Les comptages permirent de constater que, tout au moins au bout de 4 jours, le colorant organique avait à peu près la même efficacité employé seul que suivi d'un traitement au soufre. Par la suite, le mycélium se développait plus vite sur les fruits traités au colorant seul.

Le permanganate suivi d'une application de soufre avait à peu près

la même efficacité. Par contre, le permanganate seul ou le soufre seul avaient une action tout à fait insuffisante.

	Colorant organique seul	Colorant + soufre	Permanganate + soufre	Témoins
	%	%	%	
Fruits indemnes	26	11	9	7
Fruits sur lesquels le mycélium semble inaltéré.....	14	28	17	93
Fruits sur lesquels le mycélium semble arrêté	60	61	74	

Cet essai montre donc la possibilité, au cas où l'on aurait négligé de faire un traitement préventif, d'agir curativement contre le parasite.

VI. — REMARQUE SUR LES PRINCIPAUX PRODUITS EMPLOYÉS

Le soufre micronisé en bouillie nous semble le produit de choix lorsqu'il est utilisé convenablement. Il nous paraît risqué d'employer des doses inférieures à 1 kg/hl. Toutefois cette question demandera à être précisée ultérieurement.

Cependant l'emploi des produits soufrés pour les traitements de l'abricotier est loin d'être unanimement recommandé.

Les circulaires officielles du Ministère de l'Agriculture des États-Unis déconseillent l'emploi de tous les fongicides soufrés sur les abricotiers, en raison de leur phytotoxicité et des inconvénients que peuvent entraîner les résidus en conserverie.

La phytotoxicité pourrait se manifester sous deux aspects :

Les vapeurs de soufre seraient susceptibles par temps très chaud de provoquer des « brûlures » des organes végétaux. Or malgré les températures élevées souvent enregistrées en Roussillon, nous n'avons jamais constaté la moindre brûlure au cours des nombreux traitements effectués tant avec la variété Rouge du Roussillon qu'avec la variété Bulida. Nous avons même à titre d'essai utilisé des bouillies de soufre micronisé dosant jusqu'au 3 p. cent sans causer de dommages visibles (la dose normalement recommandée par le fabricant étant de 0,5 p. cent).

Mais il y aurait plus grave. D'après R. E. Smith (22) l'emploi du soufre sur les abricotiers entraînerait une sorte d'empoisonnement connu aux États-Unis sous le nom de « sulphur sickness ». Les symptômes comprendraient principalement : le jaunissement du feuillage, le ralentissement de la croissance des fruits dès l'année du traitement et la floraison anormale l'année suivante.

Dans les conditions du Roussillon nous n'avons jusqu'à ce jour jamais rien observé d'approchant. Bien au contraire le feuillage des arbres

traités au soufre contraste avec celui des arbres témoins, par sa teinte d'un vert plus sombre. Aucune action inhibitrice n'a jamais été décelée sur la croissance des fruits et la floraison des arbres traités depuis plusieurs années est parfaitement normale.

De plus les abricotiers du Roussillon appartenant pour la plupart à des viticulteurs reçoivent souvent depuis longtemps des traitements directement inspirés des traitements de la vigne (soufrage et bouillie bordelaise).

Or au dire de plusieurs de ces praticiens qui soufrent leurs arbres depuis de longues années, jamais les inconvénients précités n'ont attiré leur attention.

Il nous paraît donc que dans les conditions du Roussillon il n'y a vraiment pas de risque exagéré pour la santé des abricotiers à employer le soufre comme nous l'indiquons.

Cependant l'emploi du soufre présente un inconvénient d'ordre technologique. Les traces de produits soufrés restant sur les fruits destinés à la conserverie peuvent en effet provoquer une altération des boîtes métalliques. Ce phénomène, bien connu aux États-Unis nous paraît fournir la seule objection sérieuse à l'emploi du soufre sur les abricotiers (15, 32).

Si les services officiels américains en sont venus à déconseiller ce mode de traitement, une mesure aussi draconienne ne nous semble pas souhaitable en France pour deux raisons principales :

A l'encontre de ce que l'on observe dans le Roussillon, l'oïdium de l'abricotier ne présente aux États-Unis aucun caractère de gravité puisqu'il ne fait que de rares apparitions sporadiques.

D'autre part en Californie par exemple, la conserverie absorbe certaines années environ la moitié (16) de la production totale des abricots, alors qu'en Roussillon elle n'en intéresse actuellement qu'environ 10 p. cent (8). Il ne peut donc être question, en l'absence d'autres fongicides d'efficacité comparable, d'abandonner l'emploi du soufre.

Une solution de compromis paraît cependant possible. En effet les traitements pour être efficaces doivent être effectués précocement, et les attaques tardives restant généralement sans gravité il est vraisemblable qu'en évitant de traiter à moins d'un mois de la récolte on puisse concilier des exigences aussi divergentes.

Des essais comparatifs ultérieurs nous permettront d'en décider.

Quoiqu'il en soit il est à noter que si le soufre est réputé agir par ses vapeurs et que si de ce fait on considère souvent comme inutile que la totalité de la surface à protéger soit recouverte de façon homogène, l'expérience nous a montré que le mycélium apparaissait régulièrement sur les parties des fruits que n'avait pas atteintes la bouillie. D'où la nécessité d'employer une préparation très mouillante.

Après de nombreux tâtonnements, nous en sommes arrivés à penser qu'il n'y a pas lieu de dépasser un pouvoir mouillant donnant environ 190 gouttes pour 5 cm^3 correspondant à peu près à 200 g de mouillant de synthèse ajouté à la bouillie. Si l'on dépasse ce chiffre, un coulage exagéré entraîne beaucoup de bouillie au sol.

Mais, quel que soit le mouillant utilisé, les fruits sont rarement recouverts entièrement de fongicide. Il est donc nécessaire de diriger avec soin les jets des pulvérisateurs et d'opérer à pression suffisante.

Les solutions de permanganate ont donné satisfaction mais leur pouvoir mouillant est mauvais ; or, la plupart des agents mouillants du commerce les réduisent trop vite pour leur permettre une action suffisante. Aucun des mouillants employés, même l'un d'eux spécialement conçu pour être mêlé au permanganate, ne nous a donné complète satisfaction. Cette difficulté d'améliorer le pouvoir mouillant est le principal obstacle à l'emploi de ce produit.

Enfin dans sa présentation commerciale, le colorant organique était mêlé à un mouillant très actif et le pouvoir mouillant sans être parfait était très satisfaisant. La teinte jaune que ce produit donne aux abricots n'est pas très gênante.

VII. — ÉPOQUES ET NOMBRE DE TRAITEMENTS.

S'il est éventuellement possible de lutter curativement contre l'oïdium de l'abricotier, on a toujours avantage à agir préventivement.

Afin de déterminer les époques et le nombre des traitements nécessaires il est indispensable de tenir compte des observations suivantes :

Aucune attaque, sur les arbres non dépérissants, n'a jusqu'à ce jour été constatée pendant le mois qui suit la floraison.

Les toutes premières taches peuvent apparaître vers la mi-avril. Elles n'évoluent alors que lentement.

L'invasion s'étend et ne devient grave que si la température reste assez élevée pendant un laps de temps suffisant. Ce qui ne peut guère arriver avant la fin d'avril.

Dans l'état actuel de nos connaissances il semble donc conseillé d'effectuer un premier traitement d'assurance vers la mi-avril, suivi d'un deuxième 10 à 15 jours plus tard.

Ces deux traitements sont à la base de la lutte contre cet oïdium.

Dans certains cas un troisième traitement est parfois souhaitable. Il sera effectué une quinzaine de jours plus tard à condition qu'il ne soit pas trop rapproché de l'époque de la récolte.

VIII. — CONCLUSIONS

En résumé les essais de traitements effectués en Roussillon au cours des années 1951 et 1952 montrent qu'à condition d'agir aussitôt que possible, avant même l'apparition des premières taches d'Oïdium, il est possible de protéger efficacement le feuillage et les fruits des abricotiers contre cette grave affection, grâce à l'usage de soufres micronisés employés à forte dose.

Dans le cas de taches déjà installées, le recours au permanganate ou à un colorant organique approprié suivi d'une application de soufre permet éventuellement d'enrayer l'extension de la maladie.

Enfin, signalons qu'à la suite de traitements au soufre micronisé, nous avons pu constater en différents vergers une action très nette contre la rouille (12). Cette action, qu'elle soit directe ou indirecte, si elle se voit confirmée pourrait avoir d'heureuses conséquences économiques en simplifiant les traitements (fig. 14).

Reçu pour publication le 4 décembre 1952.

Nos remerciements vont à Mademoiselle GAUDINEAU, Directeur de la Station de Pathologie Végétale du Sud-Ouest pour les critiques bienveillantes et les conseils avertis dont elle a bien voulu nous faire profiter.

BIBLIOGRAPHIE

(1) ARNAUD (G.). — *Traité de Pathologie Végétale*, **1**, p. 741, Lechevallier, Paris, 1931.
(2) BLUMER (S.). — Die Erysiphaceen Mitteleuropas Beitr. Kryptog. flora, Schweiz., p. 145-148. Gebr. Fretz A. G., 1933.
(3) MAC CALLAN (S. E. A.). — Fungicide Investigations. Growth of Plants. Twenty Years' Research at Boyce Thompson Institute, p. 362-385, Reinhold Publishing Corporation, 1948.
(4) CHABROLIN (C.). — Quelques maladies des arbres fruitiers dans la vallée du Rhône. *Annales des Epiphyties*, **10**, p. 265-233, 1924.
(5) CHABROLIN (C.). — Quelques maladies des plantes cultivées en Tunisie. Rapport sur les travaux exécutés en 1926 par le laboratoire de Botanique et de Pathologie Végétale de l'École Coloniale d'Agriculture de Tunisie. Extrait du *Bulletin de la Direction générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation*, 1er trimestre 1927.
(6) CRISTINZIO (M.). — Malattie delle piante da frutto nella Campania e nel Mezzogiorno. Ricerche osservazioni ed divulgazioni fitophatologiche per la campagnia ed il Mezzogiorno (Portici). Publié par *Lab. Path. Végét. Protici*, 1934.
(7) DELACROIX et MAUBLANC. — Maladies parasitaires des plantes cultivées, p. 299, Baillère, Paris, 1926.
(8) DELMAS (H. G.). — Quelques aspects de la culture de l'abricotier en France. *Fruits*, vol. 7, nº 7, 311-323, 1952.
(9) DEY (P. K.). — Plant pathology. *Adm. Rep. Agric. Dep. UP*, 1945-1946, p. 43-46, 1948.

(10) FAES (H.), STAEHELIN (M.), BOVEY (P.). — La défense des plantes cultivées, 3e édition, p. 339, Payot, Lausanne, 1952.
(11) FOEX (E.). — Notes sur quelques Erysiphacées. *Bulletin Soc. Mycologique de France*, XLI, p. 423, 1925.
(12) GOLDSWORTHY. — The Fungicidal action of liquid lime sulfur. *Phytopathology*, 18, p. 355-360, 1928.
(13) GUYOT (A. L.). — Les maladies des arbres fruitiers à noyau. Librairie du Progrès Agricole et Viticole, Montpellier, 1929.
(14) HEALD. — Manual of plants diseases, p. 585, Mc Graw Hill., 1932.
(15) HENDRICKSON (A. H.). — Apricot growing in California. *Calif. Agric. Ext. Serv. Circular*, 51, 1937.
(16) HESSE (C. O.). — Apricot culture in California. *Calif. Agric. Ext. Serv. Circular*, 412. 1951.
(17) JOESSEL (P. H.). — Les ennemis de l'Abricotier dans la vallée du Rhône *Journées fruitières rhodaniennes*, p. 57-64, 1937.
(18) MARCHAL (P.), FOEX (E.). — Rapport phytopathologique pour les années 1926-1927, Paris, 1927.
(19) MARCHAL (E.). — Éléments de pathologie végétale, p. 150 et suiv., Lib. Agri. Mais. Rust. Paris 1948.
(20) SALMON (S. E.). — A monograph of the erysiphaceae. *Mem. Torrey Bot. Club.*, Vol. IX, p. 36-37, 292, 1900.
(21) SAREJANNI (J. A.). — Notes phytopathologiques. *Ann. Inst. phytopath.* Benaki Athènes, fasc. I, 1935.
(22) SMITH (R. E.). — Diseases of fruits and nuts. *Calif. Agricult. Ext. Service Circular*, 120, 1941.
(23) TERRIER (Ch.). — Rapport d'activité 1949 des Stations Fédérales suisses, p. 801, 1949.
(24) THUMEN (F. von). — Die Pilze des Aprikosenbaumes. *K. K. Versuchs. Station Klosternenburg*, 1888.
(25) VIENNOT-BOURGIN. — Les champignons parasites, p. 302, Masson, Paris, 1949.
(26) WORMALD (M.). — Diseases of fruits and hops, p. 139. Crosby Lockwood, London, 1946.
(27) YARWOOD (C. E.). — The tolerance of Eresiphe polygoni and certain other powdery mildews to low humidity. *Phytopathology*, **26**, p. 845-859, 1936.
(28) YARWOOD (C. E.). — Relation of moisture to infection with some downy mildews and rusts. *Phyto.*, **29**, p. 933-945, 1939.
(29) YARWOOD (C. E.). — Therapeutic action of vapors from sulphur Compounds C. R. in *Phytopathology*, **30**, p. 791, 1940.
(30) YARWOOD (C. E.). — Stimulatory and toxic effects of copper sprays on powdery mildews. *Americ Jour. Bot.*, **29**, p. 132-195, 1942.
(31) YARWOOD (C. E.). — Copper sulphate as an eradicant spray for powdery mildews. *Phytopath.*, **35**, p. 895-909, 1945.
(32) YARWOOD (C. E.). — Dry weather Fungi. *California Agriculture*, **10**, p. 4-7, 1950.
(33) YARWOOD (C. E.). — Defoliation by a rain favored, a dew favored and a shade favored diseases. *Phytopathology*, **41**, p. 194-195, 1951.
(34) YARWOOD (C. E.). — Fungicides for powdery mildews. II th. Inter. Cong. Crop. Prot., **22**, p. 1951.

NOTES PHYTOSANITAIRES

RAPPORT DE LA MISSION D'ÉTUDES SUR LES MALADIES DES CÉRÉALES AUX ÉTATS-UNIS EFFECTUÉE EN 1951

PAR

J. PONCHET

Station centrale de Pathologie végétale, Versailles.

Au cours d'un voyage réalisé pendant l'été 1951, nous avons pu parcourir les principales régions productrices de Céréales aux Etats-Unis, et notamment les Etats suivants : Kansas, Nebraska, Dakota du Sud, Minnesota, Wisconsin, Michigan et New-York.

Ce voyage, qui fut pour nous extrêmement profitable, s'est effectué dans d'excellentes conditions grâce à l'assistance technique des Services du M. S. A. à Washington. Les visites des Universités ou Collèges d'Etat nous ont permis de prendre contact avec la plupart des spécialistes des maladies des Céréales et d'acquérir grâce à eux, une vue d'ensemble sur les principaux problèmes qui leur sont posés. Nous remercions ici bien vivement tous ceux qui, souvent au détriment de leurs occupations habituelles, nous ont toujours reçu avec une amabilité et une obligeance remarquables.

On considère aux Etats-Unis que la Recherche agronomique est un facteur essentiel de la productivité agricole. Sa rentabilité paraît, en conséquence, indiscutable.

En accomplissant une mission patronnée par l'Association Française pour l'Accroissement de la Productivité nous avons cru bon d'étudier en particulier les techniques qui nous ont semblé pouvoir apporter une aide aux chercheurs français en leur économisant un temps précieux et en leur évitant un travail fastidieux de mise au point.

C'est donc un exposé avant tout technique précédé de quelques généralités destinées à placer les faits dans leur cadre que nous présenterons dans les lignes qui suivent.

I. — VUE D'ENSEMBLE SUR LA RECHERCHE AGRONOMIQUE CONCERNANT LES CÉRÉALES AUX ÉTATS-UNIS

1° Conditions générales de la culture des Céréales

Près du cinquième de la surface des Etats-Unis actuellement mise en culture est consacré aux Céréales. Le tableau ci-dessous, correspondant à l'année 1950, permet de se faire une idée précise de l'importance relative et du rendement des cultures :

	Superficie en hectares	Rendement/Ha	Production totale
Maïs	33 millions	23,8 qx	785 mill. de qx
Blé	25 —	11,3 —	280 — —
Avoine	17 —	12,6 —	214 — —
Orge	5 —	— —	— — —

Si le Maïs est presque entièrement utilisé sur place, le Blé est par contre l'objet d'un important commerce d'exportation (25 pour cent de la récolte).

Il faut noter avant toute chose la nette localisation de chacune des Céréales à l'intérieur de l'immense région du Middle West. Cette localisation est déterminée par l'importance des chutes de pluie et par la température moyenne, elle s'accompagne d'une variation corrélative du nombre et de la gravité des maladies principales. C'est ainsi qu'on rencontre différentes zones très spécialisées dans un type d'exploitation où domine soit le Maïs, soit le Blé.

a) *Zone de culture du Maïs « Corn belt »* — Cette zone, dans laquelle il tombe annuellement de 760 à 1 150 mm d'eau comprend les Etats du Centre autour des Grands Lacs. Dans des fermes moyennes (60-80 Ha) où l'élevage de porcs, bovins et volailles absorbe l'essentiel de la production, on associe le Maïs, culture principale, à une Céréale secondaire et à du Soja.

b) *Zones de culture du Blé « Wheat belt »*. — Lorsqu'il tombe de 400 à 750 mm de pluie par an, on ne cultive plus le Maïs, mais le Blé.

La région située entre le « Corn belt » et les Montagnes Rocheuses est consacrée à la culture des blés de printemps au Nord, et à celle des blés d'hiver au Sud, dans de grandes exploitations de 300 hectares en moyenne.

Une zone assez importante, où l'on rencontre à la fois des blés d'hiver et de printemps est située dans le bassin de la rivière Columbia.

c) *Zones à Céréales secondaires*. — L'Orge est presque uniquement cultivée le long de la frontière canadienne à l'Ouest des Grands Lacs, l'Avoine dans une région située entre le Mississipi et le Missouri au Nord de leur jonction.

Souvent, en outre, ces céréales accompagnent secondairement le Blé.

2° Etat d'ensemble des cultures de Céréales

Le régime d'exploitation dans les régions de cultures céréalières est encore souvent extensif. L'utilisation de la machine y est très importante et la traction animale a pratiquement disparu du Middle West. Les cultures sont, dans l'ensemble, moins soignées que dans nos régions à céréales, elles sont souvent plus claires et envahies par des mauvaises herbes.

Le problème majeur qui préoccupe l'agriculteur du Middle West est celui de la conservation d'un sol trop longtemps négligé. Les vents, lors des périodes sèches de l'été, transportent le sol en véritables tempêtes de sable, et les inondations provoquées sur ces étendues sans relief par les affluents du Mississipi entraînent un important volume ce sol insuffisamment riche en humus.

Les conditions climatiques du type continental jouent un rôle dans le développement des maladies qui prennent, plus nettement qu'en France, des allures épidémiques graves. Certaines affections considérées chez nous comme rares ou peu dangereuses peuvent prendre des proportions inquiétantes et compromettre les récoltes. On rencontre aux Etats-Unis des maladies comme les Fusarioses, les affections bactériennes ou les maladies à virus provoquant d'énormes dégâts sous un climat très chaud et très humide en été.

De telles conditions font que la recherche possède aux Etats-Unis un champ d'action très étendu et que son rôle y est considéré comme essentiel.

En outre, le fait qu'il n'existe pas Outre-Atlantique de réelle tradition paysanne, conduit l'agriculteur souvent improvisé ou inexpérimenté à s'adresser fréquemment avec profit à des spécialistes qui le guident.

3° Organisation de la recherche appliquée aux Céréales

L'ampleur des moyens mis en œuvre tant en matériel qu'en personnel et la considération essentielle qu'ont les Américains pour les solutions rentables, font de la recherche une institution très spécialisée.

La Recherche Agronomique est organisée à deux échelons :

a) *A l'échelon fédéral.* — Le Ministère de l'Agriculture finance un certain nombre de travaux d'intérêt fédéral exécutés soit au Centre très important de Beltsville, près de Washington, soit dans les 400 stations annexes réparties sur le territoire des Etats-Unis. Ces travaux ont pour but d'élucider des problèmes d'importance économique ou des problèmes nouveaux. Les statistiques de l'année précédente (gravité des maladies, résultats obtenus) permettent d'établir chaque année le programme de ces recherches.

b) *A l'échelon de l'Etat.* — Dans les laboratoires des Universités ou des Collèges, des investigations nombreuses sont faites sur des problèmes d'intérêt local et des travaux de fond sont confiés à des candidats au grade de docteur.

Sur le plan administratif il n'y a pas d'étroite relation entre ces 2 échelons mais dans chaque Etat plusieurs chercheurs travaillent à la fois pour le Gouvernement fédéral et pour celui de l'Etat. A l'intérieur même des bâtiments de l'Université certains laboratoires sont entièrement équipés par ces crédits fédéraux et destinés à des recherches déterminées.

Des travaux sur la création des hybrides de Maïs ou sur la recherche de variétés de Céréales résistantes aux maladies sont envisagées par le Ministère de l'Agriculture puis exécutés dans les États intéressés. Par exemple le problème de la création de blés résistants à une nouvelle race de Rouille noire du Blé a fait l'objet d'un vote de crédits fédéraux spéciaux en 1950, crédits utilisés à la fois par la Station de Beltsville et par l'Université du Minnesota, spécialisées dans les travaux sur cette maladie. Des moyens supplémentaires très importants ont en outre été prévus ; le but essentiel étant de trouver rapidement une solution au problème.

4° Orientation des recherches sur les maladies des Céréales

Deux voies principales sont suivies actuellement :

a) *Recherche de variétés résistantes.* — Les principaux programmes de recherches sont orientés dans cette voie à la fois rentable et complexe.

Aux États-Unis chaque pathologiste est aussi un généticien dans sa spécialité en ce sens qu'il utilise et expérimente le matériel hybride provenant des spécialistes de l'hybridation. Un travail immense a été réalisé ainsi. Il a abouti à des résultats remarquables et localement les agriculteurs américains ont à leur disposition un choix important de variétés résistantes à telle ou telle maladie grave.

On peut tirer de l'expérience américaine certains enseignements intéressants. D'une part, il est fréquent de voir une variété résistante soudainement endommagée par des races biologiques nouvelles, la rupture d'un équilibre biologique n'étant pas sans danger. D'autre part, il est bon de ne pas se borner à

utiliser comme géniteur de résistance une seule et même variété. C'est pour une telle raison que les variétés d'Avoine cultivées aux États-Unis et qui descendent presque toutes de *Victoria*, ont été gravement atteintes par une nouvelle maladie qui ne s'attaque strictement qu'à *Victoria* et aux familles qui en sont issues. Un exemple encore : les dégâts du Black Chaff, maladie bactérienne du Blé, sur la variété *Hope* et ses descendants.

b) *Amélioration de la désinfection des semences.* — Actuellement la désinfection des semences est le seul moyen rentable de lutte chimique contre les maladies des Céréales. Dans ce sens les chercheurs américains s'attachent à améliorer l'efficacité des anticryptogamiques déjà existants.

Seuls quelques essais de traitement des Céréales en végétation ont été tentés en utilisant l'avion.

5° Equipement des stations de recherches

Les laboratoires réservés à la Recherche Agronomique ne sont généralement pas dotés d'un équipement luxueux, contrairement à ce que certains pourraient supposer. Si l'on y trouve l'essentiel, rien n'y est inutile. Les 400 laboratoires fédéraux et les quelques 325 stations d'États disposent ensemble d'environ 100 millions de dollars.

FIG. 1. — Bacs à température contrôlée pour l'étude des parasites du sol.

Notons cependant que l'équipement des serres est très soigné et très important. Il existe par exemple dans les Universités du Kansas et du Wisconsin (FIG. 1 et 2), des installations permettant l'étude des maladies du sol en fonction d'un grand nombre de facteurs. On peut voir à l'Université du Nebraska et dans d'autres stations, de remarquables serres à température, humidité, ventilation et éclairage conditionnés ; il ne s'agit pas ici d'installations spéciales telles le célèbre « phytotron » de l'Université de Californie, mais d'équipements courants.

6° Les principales variétés cultivées aux Etats-Unis

Dans chaque station de génétique, les nouvelles variétés créées répondent aux besoins particuliers de la production locale.

De nombreux échanges permettent ensuite d'éprouver le nouveau matériel

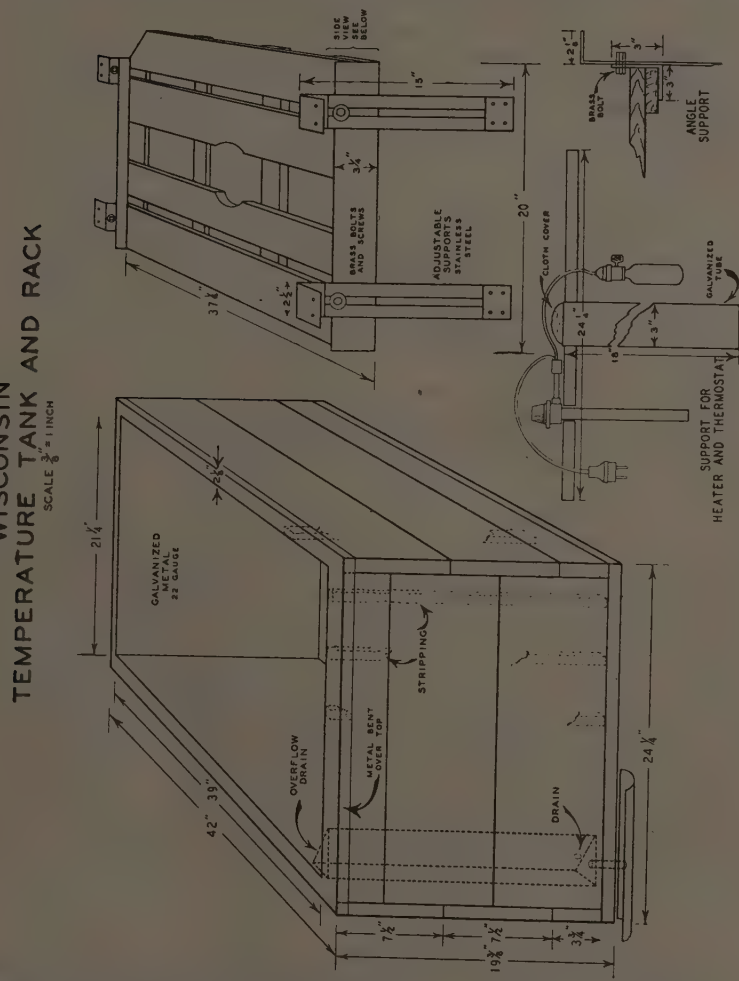


FIG. 2. — Plan et détails des bacs à température contrôlée.

sous d'autres climats et dans des conditions variées. Ce n'est qu'après trois ou quatre années d'essais comparatifs que ces variétés sont conseillées aux agriculteurs ou abandonnées.

Nous indiquerons brièvement quelles sont actuellement les variétés les plus cultivées ; leur comportement vis-à-vis des principales maladies sera mentionné dans les chapitres suivants.

a) *Variétés de Blé dans le « Wheat belt »*. — Parmi les blés de printemps « hard » la plupart des variétés descendent de Hope. La plus cultivée est *Mida* puis viennent *Lee, Cadet, Rival, Pilot* et *Thatcher*. Deux variétés sont recommandées dans le Sud-Est : *Atlas 50* et *Atlas 60*.

Mida a été obtenue à partir de *Hope, Ceres* et *Florence. Lee*, la plus récente variété, descend de *Hope* et de *Triticum timopheevi* par son autre parent *Timstein*.

Dans la zone de blés d'hiver « hard » on cultive par ordre d'importance : *Pawnee, Comanche* et *Triumph*, puis *Quanah, Cheyenne, Austin, Wichita, Tenmarcq, Blackhull, Reliant, Apache. Elmar* et *Brevor* sont adaptées à la région Nord-Ouest bordant l'Océan Pacifique.

Citons enfin parmi les variétés d'hiver « soft » : *Thorne, Clarkman, Fulcaster, Kawvale*.

b) *Variétés d'Orge*. — Si l'on ne cultive aux Etats-Unis qu'un petit nombre de variétés d'hiver telles *Wintex, Texan, Tunis*, il existe par contre un nombre important de variétés de printemps. Les suivantes sont très cultivées : *Moore, Mars, Feebar, Barbless, Kinred. Vantage, Oderbrucker, Kemble, Plains*.

c) *Variétés d'Avoine*. — Presque toutes les variétés de printemps descendent de *Bond* ou de *Victoria*. Celles que l'on rencontre le plus fréquemment sont *Andrew, Shelby, Vicland, Forvic, Clinton, Mindo, Ajax, Gopher*.

Deux avoines d'hiver sont à retenir : *Arlington* et *Atlantic*.

II. — PRINCIPALES MALADIES DES CÉRÉALES ÉTUDIÉES AUX ETATS-UNIS

A — Les maladies du pied des Céréales

Le Blé est la céréale la plus sensible aux affections du pied, l'Orge est moins atteinte et ne subit généralement pas de dégâts notables. L'Avoine enfin ne souffre d'aucune attaque importante.

Il sera donc question ici des « Piétins » du Blé. Sous ce terme « Piétin », qui correspond à l'anglais « Foot rot », on désigne un ensemble de maladies s'attaquant à la base ou aux racines des plantes. Machacek évalue à 12 % les pertes moyennes subies par la zone à Blé canadienne, Simmonds, par contre, pense qu'annuellement les dégâts ne dépassent pas 10 % aux Etats-Unis, au cours des années propices aux maladies du pied.

En général, les Piétins communs en France ne font pas l'objet de grandes recherches aux Etats-Unis où, semble-t-il, leur importance est moindre.

Nous distinguerons trois formes principales de maladies du pied :

1° Piétin a Ophiobolus graminis

Maladie des racines du Blé et de l'Orge, localisée aux Etats-Unis dans les zones à Blé d'hiver assez sèches, elle fait d'important dégâts dans l'Etat du Kansas et sévit avec moins de gravité dans les Etats du Nebraska, de New-York et dans la bordure à Céréales située le long de la frontière canadienne.

Les terres légères et peu humifères du Kansas sont d'autant plus propices à l'*Ophiobolus graminis* que le Blé y revient très fréquemment. Il est intéressant de noter que la maladie épargne l'extrême-Ouest de l'Etat où la pluviosité est trop faible et la partie Est où la polyculture espace les récoltes de blé.

C'est au Collège d'État du Kansas que le Dr H. Fellows a exécuté l'ensemble de ses recherches sur le Piétin-échaudage pendant une période de vingt années. Des recherches sur le même sujet avaient été entreprises par Kirby dans l'État de New-York, mais dans cet État où le Blé n'est pas une culture majeure l'adoption d'une longue rotation fait qu'on ne rencontre plus l'*Ophiobolus graminis* que sporadiquement dans quelques localités.

Nous avons pu, lors de notre stage dans son laboratoire, profiter de la longue expérience du Dr Fellows en matière de Piétin-échaudage.

La maladie se développe typiquement par taches avec beaucoup d'irrégularité si bien que, dans un champ infesté, les foyers donnent l'impression de se déplacer d'une année à l'autre sans raison apparente. La gravité de la maladie est essentiellement due au retour du Blé sur un même sol. Le parasite privé de son hôte sensible disparaît rapidement et, en particulier, il est extrêmement difficile d'infecter artificiellement un champ en lui incorporant de la terre prélevée dans des foyers de maladie.

a) *Techniques d'étude de l'Ophiobolus graminis.* — Devant de telles difficultés, différentes techniques ont été éprouvées par le Dr Fellows pour ses recherches.

L'isolement en culture pure du parasite est délicat. On obtient des résultats satisfaisants en désinfectant les tissus infectés avec du nitrate d'argent à 1 % pendant deux minutes. Si l'on dispose de périthèces, l'isolement à partir d'ascospores en suspension dans l'eau stérile par la méthode des dilutions est le moyen le plus sûr pour obtenir des cultures pures.

La culture du champignon en vue des contaminations artificielles du Blé peut se réaliser sur divers milieux.

Sur grains d'Orge ou d'Avoine stérilisés on obtient une bonne croissance, mais l'inoculum ainsi obtenu est trop riche en matières organiques pour être ajouté dans le rayon au moment du semis. On remédie à cet inconvénient en cultivant l'*O. graminis* soit sur de la terre additionnée de 10 % d'extrait de Maïs, soit sur du sable glucosé. Le sable ensuite lavé est ajouté dans le sillon et le semis de Blé effectué immédiatement par-dessus.

Le choix de l'une ou de l'autre de ces techniques est fixé par l'expérimentateur selon ses besoins et l'essai envisagé.

Les études au laboratoire ou en serre peuvent être facilement réalisées. Un dispositif spécial pour l'étude de l'influence des conditions de milieu sur le développement de la maladie a été mis au point par le Dr Fellows. Il a une grande ressemblance avec celui qui équipe les serres de l'Université de Wisconsin (Fig. 2).

Pour les études au champ il est recommandé d'effectuer les essais dans des parcelles hébergeant le parasite, sur lesquelles on cultive chaque année du Blé. La maladie évoluant par taches, les semences des différentes variétés à tester sont mises dans des rayons ayant la longueur du champ, la disposition en parcelles élémentaires amenant une trop grande hétérogénéité dans les résultats.

b) *Données biologiques actuelles sur le Piétin-échaudage.* — L'évolution lente du parasite dans le sol est le résultat d'une transmission de proche en proche, de racine à racine, et de sa faible vitalité. L'*O. graminis* qui se développe à des températures variant de 4 à 33° possède un optimum variable avec son origine : pour les souches isolées dans l'État de New-York : 19-24° ; pour celles du Kansas 23-24°. Selon Mc. Kinney l'optimum serait situé entre 12 et 16°. Ces diverses origines ayant en outre des virulences différentes, amènent à

penser que l'*O. graminis* possède des races biologiques dont le nombre ne paraît d'ailleurs pas dépasser 6.

La production de périthèces en culture n'a pas lieu normalement ; elle est induite par certaines bactéries et pourrait être favorisée par la présence de biotine et de thiamine dans le milieu.

Ce rôle des microorganismes sur le champignon du Piétin, déjà entrevu lorsque l'on s'est rendu compte de sa très grande virulence en sol stérilisé, a fait l'objet Outre-Atlantique d'un grand nombre de recherches. Nous en résumerons l'essentiel, en précisant que six espèces de champignons et 15 espèces de bactéries sont susceptibles d'inhiber le développement de l'*O. graminis*.

Le milieu le plus favorable au développement des microorganismes inhibiteurs du parasite est constitué par un compost de paille d'Avoine, par contre celui obtenu avec de la paille de Blé ou d'Orge les défavorise au bénéfice de certains champignons banaux (*Penicillium, Mucor*, etc...).

Il semble donc que la microflore présente dans la rhizosphère de la plante Blé joue un rôle plus important que les différents facteurs climatiques environnants.

c) *Méthodes de lutte actuelles.* — Malgré un nombre très important de recherches, on n'est par parvenu à mettre au point aux États-Unis des méthodes de lutte efficaces contre le Piétin-échaudage.

La rotation des cultures reste la méthode la plus sûre mais doit s'accompagner de quelques précautions.

Les essais effectués en utilisant la Luzerne dans l'assolement ont donné dans certains cas, de bons résultats en éliminant le Piétin. Le Dr Fellows estime que les nombreux échecs de cette méthode sont dus au fait que les Luzernières mal entretenues contiennent beaucoup de graminées et particulièrement le *Bromus inermis* cultivé aux États-Unis et *Agropyrum* sp. susceptibles d'héberger l'*O. graminis*.

L'Orge et le Seigle conservent la maladie, par contre l'Avoine et les Légumineuses la réduisent considérablement.

La recherche de variétés de blé résistantes au Piétin-échaudage n'a abouti à aucun résultat notable. Toutes les variétés américaines, à l'exception de quelques hybrides récents, se sont montrées sensibles. Un certain nombre d'*Aegilops* adventices des régions du Centre des États-Unis hébergent l'*O. graminis*. Le problème reste entier après plus de vingt ans de recherches.

Les travaux semblent s'être orientés vers la recherche d'une méthode de lutte biologique. Quelques essais en sol infesté ont été réalisés dans le but d'y introduire des microorganismes antagonistes de l'*O. graminis*. Parmi ceux-ci *Trichoderma lignorum, T. viride, Aspergillus flavus*, réduisent bien le développement du Piétin. Les résultats sont excellents si l'on a, au préalable, stérilisé le sol dans lequel l'antagoniste est inoculé. Le problème à résoudre est en effet celui de son installation dans des milieux sol très divers et fort complexes où il est difficile de prévoir les résultats d'une modification d'équilibre biologique.

2° Piétin a Cercosporella herpotrichoïdes

Cette maladie, fort commune en Europe, est strictement localisée à la zone Ouest de culture du Blé aux États-Unis, comprenant les trois États d'Idaho, Oregon et Washington, où elle a fait certaines années des dégâts importants : 77 000 quintaux en 1934.

La verse, résultat essentiel de l'attaque de la base du chaume par le para-

site, peut entraîner secondairement un échaudage. En dehors des travaux réalisés par R. Sprague avant 1940, peu de chercheurs se sont attachés à l'étude de cette maladie, d'ordre secondaire aux États-Unis.

Il faut noter que quelques différences de sensibilité variétale des blés vis-à-vis du *C. herpotrichoïdes*, remarquées par Sprague, peuvent encourager des travaux ultérieurs. En particulier certaines espèces d'*Aegilops* (*A. ventricosa*, *A. ovata*) sont douées d'une bonne résistance.

3° Piétin a Helminthosporium sativum

Peu répandue dans nos régions, cette grave affection sévit dans la zone des blés de printemps du Centre-Nord.

Un complexe de champignons dont le plus important est l'*H. sativum* provoque dans ces régions une pourriture du pied et des racines aboutissant à un échaudage avec réduction du tallage ; des piqûres d'insectes (*Calendra* et *Sphenophorus*) facilitent la pénétration des parasites.

Ce Piétin a été très étudié dans les États du Dakota et du Minnesota par le Dr J. J. Christensen en particulier. Nous retiendrons parmi des études récentes sur la question une méthode d'isolement rapide des parasites de racines.

Les organes malades sont lavés à l'eau pure, puis à l'eau stérile et ensuite séchés entre deux feuilles de papier filtre. Les fragments de racines, une fois séchés sont déposés sur de l'eau gélosée. Cette méthode permet un isolement facile de certains champignons (*Pythium*, *Fusarium* et *Helminthosporium*).

En conclusion : des conditions de climat et de culture différentes font qu'en dehors du Piétin à *Ophiobolus graminis* les maladies du pied des Céréales aux États-Unis revêtent un aspect assez différent de celui qu'elles ont en France. Bien que ces maladies aient été l'objet de recherches très nombreuses, elles sont encore bien mal connues, notamment en ce qui concerne les relations, cependant fondamentales, qui lient leur développement aux conditions de milieu réalisées dans le sol. Les problèmes posés sont très difficiles à résoudre et c'est ce qui explique qu'aucune méthode de lutte pratiquement réalisable n'ait pu être découverte jusqu'à présent.

B. — Maladies charbonneuses des Céréales

1° La carie du blé (Tilletia tritici)

Des dégâts considérables étaient autrefois causés par la Carie aux États-Unis, on y a même signalé des dommages très spectaculaires : explosions de locaux dans lesquels des récoltes fortement cariées étaient battues.

Les traitements de semences dont nous parlerons plus tard ont réduit l'importance de la Carie commune, mais un nouveau problème se pose, celui de la Carie naine ou « *Dwarf bunt* ».

Cette maladie sévit dans les zones Ouest et Est de la culture du Blé ; on ne la rencontre pas dans le Middle West où le climat très continental ne lui convient pas.

Les spores du champignon sont très échinulées et de taille égale aux spores de la Carie commune, elles germent à de faibles températures (optimum 6°C). La Carie naine ne se transmet pas par la semence car les spores produites en

cours d'année ne germent qu'après une période de repos assez longue. Artificiellement, on parvient à en faire germer une faible proportion après les avoir trempées pendant au moins trois semaines dans l'eau.

Le sol sur lequel les spores sont disséminées lors du moissonnage-battage se trouve infesté et communique la maladie aux récoltes de Blé ultérieures ; les plantes atteintes restent chétives et naines.

Cette maladie, qui n'a pas encore été signalée en France, est cependant susceptible de s'y trouver, puisqu'on l'a constatée en Allemagne.

L'essentiel des travaux entrepris aux États-Unis sur le problème de la Carie du Blé porte sur la recherche de variétés résistantes vis-à-vis des races biologiques décrites tant pour la Carie commune que pour la Carie naine. On cite comme douées d'une bonne résistance les variétés suivantes : *Lee*, *Mida*, *Pawnee* et *Commanche*.

2° Les charbons des céréales

Les Charbons ne produisent généralement pas de gros dégâts sur les Céréales ; ils ont cependant été très étudiés aux États-Unis du point de vue biologique et surtout du point de vue de la génétique des champignons. Les Ustilaginales offrent en effet un matériel commode pour de telles études de fond. Nous passerons rapidement sur ce sujet, ne retenant que l'essentiel des techniques intéressantes susceptibles de rendre des services dans d'autres domaines.

Les études sur la génétique des Charbons sont effectuées en employant un micromanipulateur. Les sporidies haploïdes isolées sont ensemencées sur milieu gélosé et les lignées qui en sont issues utilisées pour les hybridations envisagées. Lorsque les spores du champignon ne produisent pas de sporidies, les quatre premiers articles haploïdes du tube germinatif sont séparés et jouent le même rôle.

Plusieurs problèmes se posent alors : inoculation du parasite à l'hôte puis obtention rapide de chlamydospores.

Nous envisagerons successivement plusieurs méthodes :

a) *Techniques utilisées à l'Université du Wisconsin.* — Le Dr Dickson a mis au point une série de méthodes intéressantes pour l'étude des Charbons. L'inoculation des plantes par des cultures pures de champignons du genre *Ustilago* (*Unuda* et *U. tritici*) peut s'effectuer avec succès au stade coléoptile (après 2 à 4 jours de germination), à l'aide d'une seringue hypodermique. Le parasite introduit dans les tissus de l'hôte s'y développe normalement. Plusieurs voies peuvent ensuite conduire à la formation rapide de chlamydospores.

Sur un milieu de culture contenant un extrait de malt frais préparé au laboratoire à partir de grains d'Orge il est possible d'observer la formation de spores de Charbon. On peut encore obtenir ces organes sur les jeunes feuilles de l'hôte cultivé dans une terre très riche en azote, le milieu ambiant étant très humide et chaud.

Enfin, si l'on désire obtenir des épis charbonnés en moins de deux mois il faut semer les grains contaminés dans des pots remplis d'un mélange de sable et de terreau en proportions égales. Ce mélange doit, de toutes façons, être pauvre en azote. Il faut environ 5 grains pour un pot de 12 cm de diamètre. Cette technique donne d'excellents résultats avec des variétés de printemps.

On abandonne les jeunes plantes pendant deux semaines à une température de 16°C puis on les transporte dans une serre chauffée à environ 22 ou

24°C. En assurant alors aux plantes un éclairement de 16 à 18 heures par jour, on obtient, en moins de deux mois un épi par grain semé.

b) *Techniques utilisées au Centre de Beltsville.* — Mises en pratique par le Dr TAPKE, spécialiste des Charbons de l'Orge, d'autres méthodes peuvent donner de bons résultats pour les charbons à contamination externe par la semence.

On trempe des semences d'Orge pendant 5 à 6 heures dans l'eau ; après gonflement on les contamine à l'aide de spores ou de cultures pures de Charbons. On met ensuite les grains à sécher, de façon que les rides produites sur leurs téguments emprisonnent ou fixent l'inoculum. Les semis de grains préparés de cette façon donnent une forte proportion d'épis charbonnés, mais quelques précautions doivent encore être prises.

Le semis doit être profond (3 à 4 cm) en petites boîtes de tôle pouvant renfermer un grand nombre de grains. Lorsque les plantes ont de 2 à 3 cm, on les repique en serre sur des paillasses recouvertes d'une terre ayant déjà nourri d'autres plantes et pauvre en azote. TAPKE utilise l'éclairement artificiel entre minuit et 2 heures du matin. Les épis ainsi produits de septembre à mars extériorisent bien le Charbon.

Les plantes contaminées peuvent être repiquées en pleine terre mais en général les résultats y sont médiocres.

c) *Techniques utilisées pour l'inoculation des Charbons à infection florale.* — Trois techniques sont généralement répandues aux États-Unis. La plus longue, mais la meilleure, consiste à percer les glumes protégeant les fleurs avec une aiguille montée à l'extrémité d'une poire remplie de chlamydospores. En pressant sur la poire on introduit l'inoculum sur les stigmates surmontant l'ovaire.

Une seconde technique bien connue sous le nom de *partial vacuum method* utilise une simple pompe de gonflage des pneus d'automobile et une suspension de spores. Cette méthode, décrite dans la littérature, a l'inconvénient de provoquer la formation fortuite d'hybrides ; pour cette raison, elle n'a pas la faveur des généticiens.

La dernière méthode, rapide et évitant cet inconvénient, a été récemment expérimentée à l'Université du Minnesota et nommée « jet method ». Le principe en est simple : un jet à orifice très fin (0,35 mm de diamètre) produit un filet d'eau pénétrant si la pression d'émission est de l'ordre de 8 à 10 atmosphères. Si on alimente alors l'appareil avec une suspension de spores et si on dirige le filet liquide de haut en bas dans une direction faisant 45° avec l'épi, on provoque en même temps que l'ouverture des glumes la pénétration de l'inoculum dans la fleur.

Les résultats de l'été dernier montraient que 50 à 90 % des grains obtenus étaient contaminés par le Charbon. On augmente le rendement en utilisant un jet triple. Une seule personne peut ainsi inoculer 26 épis en 8 minutes environ avec deux litres de suspension très diluée.

d) *Les résultats actuels des recherches sur les Charbons.* — Les recherches d'intérêt agronomique portent essentiellement sur la recherche de variétés résistantes. L'inventaire des races biologiques des différents Charbons a été fait pour tout le territoire des États-Unis ; ces races sont peu stables et une race donnée peut varier en virulence suivant la variété à laquelle elle est inoculée. Dans l'ensemble de bons résultats ont été obtenus et de nouvelles variétés résistantes aux Charbons sont sorties des Stations de recherches.

Pawne et *Lee* sont les deux variétés de Blé les plus résistantes au Charbon, *Mida*, *Thorne* et *Kawvale* ne sont que faiblement attaquées.

Les variétés d'Avoine descendant de *Bond* et en particulier : *Ajax*, *Andrew*, *Shelby* et *Clinton* sont douées d'une bonne résistance au Charbon nu.

La plupart des variétés d'Orge étant sensibles à la maladie, on doit avoir recours à une désinfection appropriée des semences.

A ce sujet, on peut distinguer les deux Charbons nus de l'Orge sans être obligé d'étudier la germination des spores. *Ustilago nigra* produit des spores beaucoup plus foncées que *Ustilago nuda* et apparaît toujours un peu plus tard dans la même culture. Ce charbon tardif est quelquefois peu déhiscent et peut même se confondre avec le Charbon couvert du type *Ustilago Hordei*.

Ustilago nigra, qui était très répandu au moment de sa description par le Dr Tapke en 1934, a beaucoup régressé depuis qu'on sait le détruire par le traitement des semences.

C. — Les Rouilles des Céréales aux Etats-Unis

Chaque année les dégâts causés aux cultures de Céréales par les Rouilles sont extrêmement importants et l'on peut considérer qu'aucune autre maladie n'est l'objet, aux États-Unis, d'autant de préoccupations.

Si, en France, on trouve communément toutes les espèces de Rouilles, aux États-Unis, par contre, la Rouille noire joue un rôle majeur et la Rouille jaune est une rareté. Pour fixer les idées, citons Humphrey pour son évaluation des dégâts causés en 1927 aux récoltes sur l'ensemble du territoire des États-Unis.

Rouille noire du blé	8 910 500 qx	de pertes
Rouille brune du blé	7 580 000 —	—
Rouille couronnée de l'avoine	15 390 000 —	—

1° La rouille noire (Puccinia graminis)

C'est le Blé qui souffre le plus des attaques annuelles de Rouille noire. L'évolution des épidémies revêt dans la vaste plaine du Middle West un caractère très particulier et spectaculaire qui explique en partie l'importance des dégâts dans la zone de culture des blés de printemps.

Les foyers permanents de Rouille situés dans le sud du Texas et au Mexique sont, chaque année, à l'origine des épidémies. A la fin du mois de mai, une quantité importante d'urédospores produites sur les blés cultivés dans le Nord du Texas est disséminée, par les vents du Sud dominants, sur la région à blés d'hiver du Kansas. Après ce premier relai, l'épidémie évolue rapidement vers le Nord et atteint les blés de printemps dès qu'ils commencent à épier. En années propices, la masse énorme d'inoculum ainsi transportée ravage le Nord du « Wheat belt » et le Sud du Canada. En 15 jours l'épidémie peut parcourir un territoire long de 900 à 1000 km et large de 650. On a pu récolter à Fargo (Dakota du Nord), sur des lames de verre glycérinées, jusqu'à 100 urédospores par cm ^{2}.

La physionomie générale des épidémies est donc très particulière et très défavorable aux cultures de blés de printemps. Il est intéressant de remarquer, à ce sujet, que dans l'État du Michigan, la Rouille noire ne cause pas de dégâts notables. Ce fait peut être expliqué par la protection qu'assure l'importante nappe d'eau du Lac Michigan et surtout parce que l'épidémie arrive trop tard dans une région où les conditions climatiques permettent la culture des blés d'hiver, déjà mûrs lors de l'apparition des premières attaques.

a) *Les races biologiques du P. graminis.* — Depuis 1918, le Dr STAKMAN s'est consacré à l'étude de l'évolution des races biologiques du *P. graminis*. Ces études dominent l'ensemble des recherches accomplies sur la Rouille noire et dont le but est la création de variétés résistantes au parasite.

Chaque année, grâce à une technique éprouvée avec laquelle nous avons pu nous familiariser au cours d'un stage prolongé dans les laboratoires du Dr STAKMAN, des échantillons de Rouille noire provenant de toutes les parties des États-Unis sont étudiés à l'Université du Minnesota. La détermination quotidienne de 25 races permet de suivre l'évolution de la Rouille et de renseigner les Stations s'occupant de génétique.

Nous ne décrirons pas ici l'ensemble des techniques permettant la détermination des races biologiques issues de Blés ou de Berberis et les études de génétique effectuées à partir de téleutospores, celles-ci sont bien connues et n'ont pas reçu de modifications nouvelles notables (FIG. 3, 4 et 5).

FIG. 3. — Paillasse de serre cloisonnée pour l'étude des races biologiques de la rouille noire.

Selon STARMAN deux causes importantes peuvent être à l'origine de races nouvelles de *P. graminis* : les mutations et les hybridations sur les *Berberis*. Cette dernière cause a perdu de son importance puisqu'aux États-Unis comme en France la destruction des hôtes écidiens est obligatoire et menée très acti-

FIG. 4. — Disposition des hôtes différentiels.

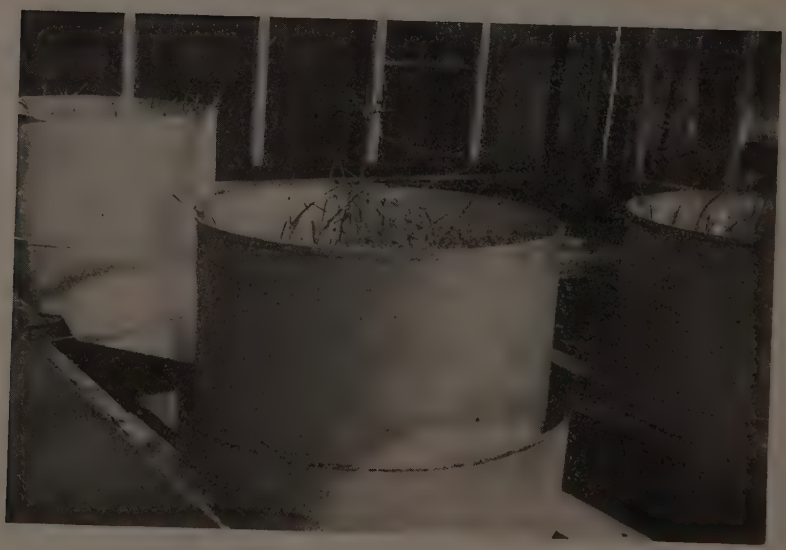


FIG. 5. — Chambre humide utilisée pour l'incubation des hôtes différentiels. Le cylindre est recouvert d'une plaque de verre.

vement. Seules quelques races nouvelles apparaissent sur les *Berberis* des Montagnes Rocheuses ; c'est ainsi que dans l'Oregon la race 48 est régulièrement isolée à partir de l'Epine-vinette et joue un rôle local. La race 15, également obtenue par cette voie, a pris une certaine importance depuis 1940, mais nous parlerons plus particulièrement de son biotype 15 B. La race 15 B, est l'objet des préoccupations des spécialistes de la Rouille noire aux États-Unis. Apparue, semble-t-il, en 1947, elle s'est rapidement disséminée et a été à l'origine en 1950 d'une épidémie des plus violentes. S'attaquant à toutes les variétés de Blé connues, cette race originaire de l'Ouest du Mexique, qui a détruit en 1950 près de 3 millions de quintaux de blé de printemps, pose de nouveau en entier le problème de la résistance des variétés de Blé. Les recherches sont activement menées dans la plupart des États intéressés et des crédits spéciaux (30 000 dollars en 1950) sont destinés aux travaux sur cette race nouvelle.

b) *Recherches en plein champ.* — En dehors des essais de traitement par voie chimique dont nous parlerons plus loin, les travaux portent essentiellement sur l'étude du comportement variétal des blés. A cet effet, variétés ou hybrides sont semés en pépinières bordées d'un blé très sensible à la Rouille. On inocule artificiellement la Rouille dans la gaine recouvrant l'épi avant sa sortie à l'aide d'une seringue. L'humidité qui règne à l'intérieur de la gaine suffit à provoquer la contamination et, à l'épiaison, la Rouille se dissémine naturellement dans la pépinière.

Un système de conduites aériennes permet d'effectuer une pulvérisation d'eau sur les blés si l'atmosphère trop sèche gêne le développement de l'épidémie.

Avant l'apparition de la race 15 B un certain nombre de variétés étaient résistantes à la Rouille noire, notamment : *Lee, Mida, Rival, Newthach, Austin, Pawnee* et *Commanche*. CRAIGIE au Canada considérait que les gains annuels résultant de l'utilisation de telles variétés résistantes payaient en moyenne plus de 13 fois l'ensemble des travaux de recherches ayant permis de les obtenir. Il n'est pas inutile de souligner à cette occasion à quel point ces travaux ont pu être rentables.

2° Les autres Rouilles des Céréales

Les techniques que nous venons de passer en revue pour la Rouille noire du Blé s'appliquent à l'étude des autres Rouilles s'attaquant aux céréales.

L'étude des races biologiques qui précède toujours la recherche de variétés nouvelles, a été faite pour chacune des Rouilles importantes. La variation de virulence des races pose d'ailleurs dans tous les cas, des problèmes difficiles à résoudre.

Les variétés de Blé : *Austin, Blackawk, Commanche, Reliant* et *Kawvale* sont résistantes à la plupart des races de la Rouille brune, *Lee* résistant parfaitement à toutes les races connues.

La race 7 de *Puccinia graminis*, f. sp. *avenae* s'est particulièrement répandue au cours des récentes années, elle attaque toutes les variétés que respectaient les races jusqu'alors les plus communes.

Il existe par contre des variétés résistantes à la Rouille couronnée de l'Avoine créées à partir de *Victoria* (résistante à 82 races sur 88 connues) ; de *Bond* (résistante à 79 races) ; ou de *Landhafer* (résistante à toutes les races).

Citons pour terminer la variété d'Orge *Sélection* 119 pour sa résistance à la Rouille brune.

3° Questions diverses touchant les Rouilles

Au laboratoire du Dr Dickson, des études systématiques ont été réalisées montrant l'évolution du mycélium de *P. graminis* à l'intérieur des tissus de Blés sensibles et résistants. Illustrées par de remarquables photographies en couleur, ces études expliquent bien le phénomène d'hypersensibilité et les réactions de l'hôte vis-à-vis du parasite.

Nous achèverons ce rapide exposé sur l'état actuel de la question des Rouilles des Céréales en disant quelques mots des recherches du Dr Hotson à l'Université du Minnesota.

Etudiant l'action de substances dites « systémiques » sur le *P. graminis*, Hotson a légèrement modifié la technique de Stakman. Les spores d'un unique urédospore sont récoltées avec un aspirateur spécial en verre, diluées dans du talc dans la proportion d'une partie de spores pour 50 à 100 parties de talc et épandues par poudrage sur les feuilles de Blé. Il suffit d'une incubation de 24 heures en chambre humide pour obtenir une excellente infection (Fig. 6).

Fig. 6. — Chambre humide équipée d'un atomiseur à air comprimé.

Hotson a montré que la sulfadiazine détruisait le *P. graminis* à l'intérieur des tissus du Blé. Cette action qui peut être obtenue avec d'autres composés sulfamidés est complètement inhibée par l'acide folique.

Enfin signalons qu'un premier pas vers la culture sur milieu artificiel de mycélium d'Uredinales a été accompli par Hotson. Une culture pure de *Gymnosporangium Juniperi Virginianae* peut être obtenue en prélevant du mycélium développé sur tissus de *Crataegus* naturellement infesté, cultivé in-vitro selon la technique de Gautheret.

D. — Maladies à virus des Céréales

Depuis 1937, on connaît divers types de maladies à virus se traduisant sur les Céréales par des symptômes du type Mosaïque. Mc. KINNEY poursuit des études sur ces maladies nouvelles dont les dégâts deviennent de plus en plus sérieux en particulier dans la région à Blés d'hiver (environ 4000 000 de quintaux pour l'État du Kansas en 1950).

Devant l'augmentation croissante des cas de Mosaïque, d'autres auteurs travaillent à éclaircir un domaine nouveau en matière de Céréales. Des types de maladies à virus ont été décrits sur différentes graminées, nous passerons les principaux en revue :

1° Maladies a virus du Blé

La Mosaïque du Blé se traduit par des stries vert clair parallèles aux nervures, on pourrait croire avoir affaire à une maladie de carence, mais les symptômes peuvent être reproduits sur plantes saines après inoculation artificielle. En outre, le nanisme est général chez les Blés très touchés, et dans les cas les plus graves, l'épiaison fait défaut.

La période d'inoculation la plus propice est l'Automne et plus tôt les plantes sont contaminées, plus elles sont gravement atteintes. Les hivers froids favorisent de façon systématique l'évolution de la maladie qui peut alors se traduire au début du printemps par un aspect en rosette.

Cette Mosaïque, grave surtout sur le Blé, a pu être transmise par Mc. KINNEY a un grand nombre de Graminées souvent, adventices, considérées pour cette raison comme des réservoirs de virus. La transmission, facile mécaniquement à l'aide de carborundum, serait assurée dans la nature par des insectes ou par le sol, mais aucune expérience probante n'a éclairci cette question. Au reste, il est fort possible que plusieurs virus soient à l'origine de la maladie. En effet, SLYKHUIS en réalisant des essais de transmission, a pu inoculer au Blé, par l'intermédiaire d'une cicadelle *Endria inimica*, une maladie dont les symptômes sont légèrement différents de la Mosaïque typique. L'incubation à l'intérieur de l'insecte est longue et les nymphes sont porteuses de virus.

Il semble que des recherches complémentaires soient nécessaires pour débrouiller une question encore quelque peu confuse.

La seule méthode de lutte envisagée est la culture des variétés résistantes. A cet effet, on a inoculé artificiellement la Mosaïque, soit en serre, soit au champ, à de nombreux hôtes susceptibles de devenir des géniteurs de résistance.

Au champ, l'inoculation est réalisée à l'aide d'un pistolet à peinture qui pulvérise à forte pression un inoculum constitué d'un jus de plante malade auquel on ajoute un abrasif : une poudre de diatomées. La pulvérisation est faite à l'automne sur des plantes ayant trois feuilles.

Toutes les variétés de Blé cultivées sont sensibles à la Mosaïque et 24 espèces de Graminées peuvent lui servir d'hôte.

Le genre *Agropyrum* par contre est résistant et les croisements exécutés avec le genre *Triticum* semblent devoir revêtir un grand intérêt pour lutter contre la maladie.

2° Maladies a virus de l'Orge

L'Orge est atteinte également par une Mosaïque, celle-ci serait transmissible par la semence.

Au cours de l'été dernier une maladie grave est apparue sur les cultures d'Orge de l'État de Californie. Caractérisée par un jaunissement des feuilles et un rabougrissement, elle est due à un virus non transmissible mécaniquement. Quatre espèces de pucerons sont responsables de sa transmission et l'abondance exceptionnelle de pucerons, au cours du printemps de 1951, serait la cause d'une épidémie aussi importante.

E. — **Maladies diverses des Céréales**

Nous envisagerons rapidement quelques maladies, secondaires ou rares en France, susceptibles de causer d'importants dégâts sous le climat du Middle West et quelques maladies pouvant présenter un certain intérêt.

1° Maladies provoquées par des champignons du genre Septoria

Le Blé héberge deux espèces du genre Septoria : *S. nodorum* et *Septoria Tritici* ; en conditions humides le *Septoria nodorum* s'attaque particulièrement aux glumes sur lesquelles il se manifeste par la présence de pycnides en fin de végétation. Le *Septoria Tritici* provoque une maladie des feuilles au cours des hivers doux et surtout des printemps humides et frais. Seules, les feuilles de base sont attaquées par taches allongées qui jaunissent, brûnissent, confluent et se couvrent de pycnides, et si la croissance du Blé est lente, la culture prend un aspect desséché. Lorsque les plantes montent, la maladie semble brusquement disparaître ; l'incubation du parasite étant de 30 jours, les feuilles supérieures ne sont pas atteintes.

Le champignon, qui ne se conserve pas dans le sol, peut être aisément isolé en culture pure, à partir des taches foliaires. Après une rapide désinfection superficielle, on frotte les feuilles sur la gélose d'une boîte de Pétri et on met en incubation à une température de 5 à 10° favorable à la croissance du champignon.

L'inoculation du Blé dans les champs d'expérience se fait à l'aide d'une culture pure par temps frais après une pluie. On reconnaît chez ce champignon plusieurs races biologiques.

La *Septoria Avenae* (*Pyrenophora Avenae*) est, depuis quelques années, responsable d'une grave maladie de l'Avoine provoquant un noircissement des tiges à un niveau quelconque, puis une verse pathologique. Il se développe dans la moelle, où l'on trouve du mycélium, et sur les glumes.

La maladie, dont la période d'incubation n'est que d'une semaine, se manifeste surtout au cours des périodes humides.

2° Maladies provoquées par des champignons du genre Helminthosporium

Deux espèces, *Helminthosporium sativum* et *Helminthosporium Tritici vulgaris*, attaquent le Blé. Nous avons vu le rôle joué par le premier dans les affections du pied ; des symptômes sur feuilles lui sont aussi attribués, mais on le trouve surtout chez l'Orge.

La seconde espèce, responsable de la maladie des taches jaunes du Blé, a causé des pertes de rendement importantes en 1951 dans le Michigan, après une première apparition en 1950. Les symptômes visibles sur les feuilles apparaissent tôt au stade trois feuilles : taches allongées dans le sens des nervures, brunissant et prenant une couleur paille avec l'âge. Le champignon fructifie sur les taches lorsque les feuilles sont flétries.

On a décrit sur l'Orge deux autres *Helminthosporioses* dont l'une, dûe à l'*H. gramineum*, est commune en France. L'autre a pour agent pathogène l'*H. terres*.

On teste la résistance des variétés d'Orge vis-à-vis de l'*H. gramineum* par inoculations artificielles. Sur un milieu stérile, contenant 15 cm_3 d'eau et 15 g de Blé, on ensemence le parasite. Au bout de 4 à 5 jours, on dépose les grains de la variété étudiée sur la culture et dans le même récipient ; ils y germent et s'infectent. Lorsque le coléoptile a 1 ou 2 cm, on le repique en serre et les résultats peuvent être notés au bout de 6 semaines.

L'*Helminthosporium terres* peut devenir un parasite important des feuilles d'Orge et nous avons pu constater les dégâts sérieux qu'il a causés aux cultures au cours de l'été 1951 dans l'État du Minnesota.

Enfin, signalons le cas typique de la maladie de l'Avoine due à l'*Helminthosporium victoriae*. Son caractère grave a été signalé pour la première fois en 1946 sur la variété *Victoria*. Cette variété a servi de géniteur pour l'obtention de la plupart des variétés d'Avoine cultivées aux États-Unis en raison de sa très bonne résistance à la Rouille couronnée. Seuls les descendants de Victoria sont attaqués par l'*H. victoria* et les pertes de rendement observées à la suite de fortes épidémies ont atteint 30 %. Beaucoup de semences infestées ne germent pas et les plantules malades donnent des plantes rabougries dont les feuilles portent des stries marginales orangées. Le champignon attaque aussi les nœuds des tiges et provoque de ce fait une verse importante.

3° Quelques autres maladies

Il est fréquent aux États-Unis de rencontrer des cas d'échaudage provoqués par le *Gibberella Saubinettii* ; cet échaudage apparaît en premier lieu sur les épillets du centre d'un épi. Une coloration rose signale la présence de conidies de la forme imparfaite *Fusarium gramineum*. Cette maladie, connue depuis longtemps ne paraît pas présenter d'extension en France.

L'Oïdium des Céréales joue un rôle secondaire aux États-Unis. Les récentes études faites sur cette maladie montrent que l'*Erisyphe graminis* possède au moins 10 races biologiques et se comporte en champignon xerophyte puisque ses spores germent bien quand le taux d'humidité n'est que de 5 %. Les ascospores produites dans les périthèces sont d'autant plus petites que la température est plus élevée. Celles produites à des températures dépassant 28°C ne germent pas. Ce fait déterminerait l'importance des attaques d'Oïdium, d'une année à l'autre. De plus, à partir de 28°C, la sensibilité des hôtes diminue considérablement.

Chez le Blé la variété *Hope* est résistante à l'Oïdium, et *Khapli* immun. Les variétés d'Orge les plus résistantes sont : *Moore*, *Feebar* et un croisement *Wintex* × *Texan*.

Terminons cette brève revue en précisant que les maladies bactériennes des Céréales provoquées par le *Xanthomonas translucens* sont fréquentes aux États-Unis mais n'y revêtent pas un caractère grave, sauf sur certaines variétés descendant de : *Hope*.

F. — Les maladies du Maïs aux Etats-Unis

La culture du Maïs prenant en France une importance accrue nous passerons rapidement en revue parmi les principales maladies étudiées Outre-Atlantique celles qui existent déjà sur notre territoire métropolitain et celles qui risquent d'y être introduites avec les hybrides américains.

Nous passerons sous silence la description des symptômes et la biologie de ces maladies pour faire le point des techniques utilisées par les généticiens d'Outre-Atlantique pour tester leurs hybrides contre les parasites les plus importants.

Nous distinguerons les trois catégories suivantes : maladies des racines, maladies de la tige et maladies des épis.

1° Maladies des racines. Dégats dus au froid

La culture du Maïs dans les régions du Nord de la France pose le problème des dégâts provoqués sur les semis à la suite de températures trop basses, problème depuis longtemps travaillé dans les États américains du Minnesota et du Wisconsin en particulier. Les semences lèvent mal en terre humide dont la température est inférieure à 16°C, les racines qui en sont issues sont petites ou souvent détruites ; le froid favorise le parasitisme de champignons du sol appartenant presque constamment au genre *Pythium*. Le problème consiste donc à protéger les semis de maïs contre les attaques de plusieurs espèces de Pythium dont les plus virulentes seraient *Pythium irregulare, P. ultimum, P. de Baryanum, P. vexans*. Le *P. Arrhenomanes*, souvent cité dans la littérature, est un parasite de régions plus chaudes ; on le trouve surtout dans le sud du « Corn belt ».

Le Dr P. E. Hoppe, à l'Université du Wisconsin, s'est spécialisé dans l'étude des dégâts provoqués par le froid sur le Maïs. Nous décrirons les principales techniques qu'il a mises au point.

L'isolement d'un Pythium en culture pure s'effectue en déposant un morceau de grain ou d'organe infecté sur de l'eau gélosée dans une boîte de Pétri. Lorsque le champignon s'est développé, généralement mélangé à des saprophytes, on en repique un fragment sur un milieu identique, au centre de la boîte. Au bout de quelques jours, la gélose est découpée en quatre secteurs, chacun d'eux est placé sur une nouvelle boîte de Pétri contenant de l'eau gélosée. On dépose alors sur la bordure du secteur rapporté une goutte de gélose Pomme de terre sur laquelle le *Pythium* pousse rapidement en hauteur. Il est alors facile de prélever aseptiquement.

Il s'agit ensuite de tester rapidement la sensibilité des lignées au parasite ou l'efficacité de traitements de semences. Hoppe a utilisé successivement trois techniques ; nous ne décrirons que la dernière et la plus rapide.

Les grains de la lignée à étudier sont préalablement coupés au niveau de la couronne pour éliminer le facteur résistance du péricarpe. On en disperse 100 grains sur une feuille de papier filtre humide qu'on saupoudre d'une mince couche de terre acide et noire renfermant naturellement du *Pythium*. On recouvre le tout d'une nouvelle feuille de papier humide et l'on roule de façon à obtenir un cylindre. Chaque échantillon est placé dans une boîte émaillée et hermétiquement fermée, de façon à éviter l'évaporation. On place la boîte pendant 10 jours à la température de 10°5, puis 3 jours à celle du laboratoire. On note alors les résultats. L'infection des grains par le *Pythium* est importante et un mycélium ténu recouvre la terre d'un voile.

On constate dans les mêmes conditions qu'un bon fongicide protège bien les grains contre le *Pythium*, en particulier le disulfure de tétraméthylthiurame dont on a poudré au péalable les semences. En 1951, un chromate complexe de zinc et de mercure a donné des résultats excellents, il n'est pas encore commercialisé aux États-Unis.

Hooker en utilisant une technique semblable a étudié la nature de la résistance à l'infection par le *Pythium* de différentes lignées autofécondées. Cette résistance varie considérablement avec l'état de maturité des semences. Si l'on sème à des dates échelonnées des grains d'une même lignée on constate que les semis les plus tardifs produisent des semences beaucoup plus sensibles à l'attaque du *Pythium*. Il y a bien une résistance génétique, mais modifiée par les conditions climatiques.

En effet Hooker a montré, en cultivant des embryons de Maïs sur une gélose Pomme de terre ensemencée de *Pythium*, que la résistance vraie est un caractère de l'embryon. Les embryons de plantes résistantes forment, par réaction tissulaire, une barrière susceptible de bloquer l'invasion du parasite alors que chez les embryons sensibles, le mycélium du champignon traverse sans difficultés les parois cellulaires.

Le péricarpe des grains ne jouerait dans la résistance à la maladie qu'un rôle secondaire.

Si l'on désire conduire des recherches en plein champ, on peut s'assurer une bonne contamination artificielle. Une culture de *Pythium* sur un mélange de grains d'Orge et de Blé stérilisés, séchée à l'air, donne un inoculum qui peut se conserver fort longtemps. Son incorporation au sol doit se faire tôt en saison.

D'autres parasites peuvent provoquer des maladies de racines ou des fontes de semis : signalons le *Gibberella saubinettii* et le *Diplodia Zeae* dont nous parlerons maintenant pour d'autres raisons.

2° Maladies des tiges du Maïs

Deux champignons, *Gibberella saubïnettii* et *Diplodia Zeae*, provoquent sur le Maïs une pourriture des entre-nœuds suivie souvent d'une attaque de l'épi. Cette pourriture qui cause une baisse de rendement et souvent une verse de la plante, s'installe fréquemment à la suite de piqûres de la Pyrale du Maïs, favorisant la pénétration des parasites. Les deux champignons incriminés coexistent parfois, mais en général le *Diplodia Zeae* se développe plus au sud que le *G. saubinettii*.

Bien que certains auteurs pensent que les Maïs résistants au *Gibberella* le sont aussi au *Diplodia*, les recherches concernent séparément les deux causes.

Le *Gibberella Zeae*, isolé facilement de périthèces, est conservé en culture pure sur gélose Pomme de terre, où sa virulence diminue graduellement, *Diplodia Zeae* s'obtient bien à partir de pycnides pour être cultivé de préférence sur gélose farine d'Avoine.

L'inoculation du Maïs peut être faite par différentes méthodes.

a) **A l'Université du Minnesota.** — La même méthode est utilisée pour l'inoculation de l'un ou l'autre des deux parasites. Après avoir percé un trou dans la tige de Maïs à l'aide d'une pointe métallique, on y introduit une aiguille en bois de 4 à 5 cm de longueur recouverte du mycélium du champignon à inoculer.

La préparation de l'inoculum est simple. Dans un flacon d'Erlenmeyer de 200 cc dont le fond est recouvert d'une mince couche de gélose Pomme de

FIG. 7. — Inoculation du Maïs avec une suspension de spores du *Diplodia Zeae* à l'Université du Wisconsin.

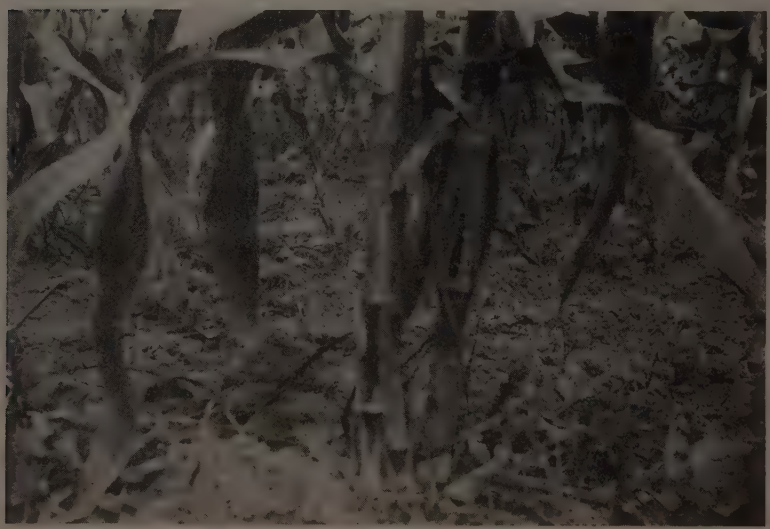


FIG. 8. — Résultats de l'inoculation du Maïs par le *Diplodia Zeae* : noircissement de l'entre-nœud.

terre, on introduit les aiguilles de bois et l'on stérilise. Le champignon est ensemencé sur la gélose, il y produit un feutrage de filaments assez abondant pour recouvrir toutes les aiguilles. La méthode a l'avantage d'introduire une quantité égale d'inoculum dans chaque tige.

b) **A l'Université de Wisconsin.** — Deux techniques particulières à chacun des parasites sont mises en pratique. Le *G. Saubinettii* est cultivé sur des grains d'Orge stérilisés qu'on introduit également à l'intérieur de la tige. Le champignon se conserve plus longtemps sur ce dernier support.

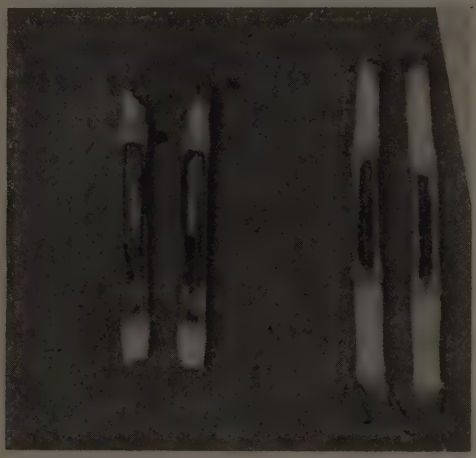


FIG. 9. — Section longitudinale de l'entre-nœud attaqué par *Diplodia Zeae*.

Le *D. Zeae* est inoculé sous forme de spores, produites en abondance sur gélose farine d'Avoine. Grâce à une seringue spéciale, on introduit dans la moelle des tiges de Maïs un volume constant d'une suspension de spores (FIG. 7).

Les résultats de ces inoculations sont visibles au bout de trois semaines (FIG. 8 et 9).

3° MALADIE DE L'ÉPI DU MAIS

Le *D. Zeae* et le *G. Saubinettii* sont aussi les deux parasites principaux de l'épi. Le premier produit une pourriture blanche de la base de l'épi, le second une pourriture du sommet dont la teinte passe au rouge violacé.

Il suffit, pour obtenir de bonnes contaminations artificielles, de déposer sur l'épi, à l'aide d'une longue pince, un grain d'Orge recouvert de mycélium. Si l'on inocule l'épi avant la sortie complète des soies, le grain d'Orge est fréquemment évacué avant même que la contamination se soit produite.

Une maladie se traduisant par l'apparition de taches roses dispersées sur l'épi est due au *Gibberella fujikuroi*. Ce parasite s'installe secondairement à la suite de dégâts de grêle, surtout dans le Sud du Corn-belt. Enfin signalons une maladie heureusement peu fréquente, qui décolore le rachis et en provoque le dessèchement. L'épi, lorsqu'il ne tombe pas prématurément, produit des grains qui ne germent pas. Le parasite responsable de cette affection est *Nigrospora sphaerica*.

4° Maladies du feuillage du Maïs

Nous citerons pour mémoire la maladie bactérienne due au *Bacterium Stewartii*, grave seulement dans les régions chaudes.

L'*Helminthosporium turcicum* est responsable d'une décoloration par taches allongées des feuilles de Maïs qui peut évoluer vers un flétrissement presque complet. Cette maladie, normalement répandue dans les régions chaudes, a causé de graves dommages en 1951 dans le Sud du Wisconsin. On l'inocule aux feuilles en pulvérisant une culture pure du parasite ou en répandant un inoculum constitué par un broyat de feuilles gravement infestées l'année précédente.

III. — LE TRAITEMENT DES MALADIES DES CÉRÉALES

Pour une même superficie les bénéfices réalisés en culture céréalière sont bien inférieurs à ce qu'ils sont en Horticulture ou en Arboriculture. Il est donc évident, pour des questions de rentabilité, qu'on aura difficilement recours, même aux États-Unis, à des traitements de Céréales au cours de leur végétation, sauf dans certains cas particuliers.

Cependant l'agriculteur américain effectue, en général, plus de traitements que l'agriculteur français et ceci pour plusieurs raisons d'ordre économique. D'une part, les produits chimiques sont relativement bon marché aux États-Unis et la mécanisation de l'Agriculture y donne de vastes possibilités d'exécution, d'autre part, la marge bénéficiaire de l'exploitant américain lui donne une assez grande latitude.

1° Les traitements en cours de végétation

On ne peut pas dire que de tels traitements soient actuellement utilisés dans la pratique, mais de nombreux essais ont été tentés en vue de freiner une grave épidémie de Rouille ou de protéger la récolte de Maïs des dégâts énormes causés certaines années (1951) par l'*Helminthosporium turcicum*.

C'est surtout à la suite de l'apparition des premiers anticryptogamiques télétoxiques que de telles possibilités ont été entrevues. Précisons encore qu'une récolte de Blé de 40 bushels par acre (27 quintaux à l'hèctare), rapporte 250 dollars alors que le prix de revient d'un traitement par avion est de l'ordre de 5 à 7,50 dollars par hectare.

Les produits mis à l'essai contre la Rouille noire du Blé sont : la sulfamide d'ammonium dont l'efficacité est bonne, le thiocarbamate de manganèse, différents dérivés carbamiques, l'actidione. On ne possède pas encore d'informations suffisantes pour être fixé sur l'intérêt de tels traitements.

Contre certaines maladies du pied ou des racines, de bons résultats ont été obtenus en désinfectant le sol à la chloropicrine. L'actidione a une concentration de 5 parties par million dissoute dans l'alcool méthylique protège bien les gazons et terrains de golf contre les maladies des racines qui détruisent les Graminées.

2° Le traitement des semences

Il reste aux États-Unis comme en France le moyen efficace et économique de lutte contre les maladies transmises par la semence.

Deux voies conduisent à de bons résultats :

— la désinfection à sec par poudrage,

— le poudrage humide ou « slurry method » qui consiste à poudrer des grains légèrement humidifiés ; le résultat en est une sorte d'enrobage.

Les traitements par trempage sont à peu près abandonnés. Dans la pratique les fongicides suivants sont les plus employés :

— *Ceresan M ou Granosan* : Ethyl. p. toluène sulfonanilide de mercure.

— *New Improved Ceresan* : Phosphate d'éthylmercure.

— *Panogen* : Dicyanamide de méthylmercure.

— *Arasan* : Disulfure de tétraméthylthiurame.

L'hexachlorobenzène commence à être expérimenté comme anticarie. Puis viennent les dérivés quinoniques (tetrachloronaphtoquinone et dichlorobenzoquinone) et un nouveau produit qui semble intéressant le Vancide 51, qui est un mélange de sels de Sodium de l'acide dimethyldithiocarbamique et du 2-mercaptobenzothiazole.

Le matériel de traitement est très divers et fait partie de l'équipement de ferme. De petits appareils pratiques originaires du Minnesota peuvent être construits en bois par le cultivateur lui-même, les plans détaillés de la poudreuse étant largement distribués par les Services de vulgarisation.

Citons enfin une technique utilisée dans les Stations de Recherches permettant d'évaluer l'homogénéité des traitements. Sur une large plaque on coule un milieu gélosé acidifié par l'acide lactique.

On y répartit les grains traités et on poudre la surface avec des spores d'un *Penicillium*. Après 3 ou 4 jours d'incubation on mesure le diamètre des zones d'inhibition du champignon autour des grains. L'analyse statistique de leur variation caractérise l'homogénéité du traitement.

IV — LA VULGARISATION DES RÉSULTATS DE RECHERCHES

Nous n'entreprendrons pas une étude détaillée de l'organisation des Services de vulgarisation (Extension service) aux États-Unis. Cette étude dépasserait le cadre que nous nous sommes fixé, nous nous limiterons, à l'aide de quelques exemples, à montrer comment fonctionne la vulgarisation dans les régions céréalières.

Les services de vulgarisation, qui occupent 11 400 spécialistes sur l'ensemble du territoire des États-Unis, sont financés à la fois par des crédits fédéraux, des fonds d'État et des subsides provenant des comtés et ont leur siège dans les Universités, voire dans les Stations de Recherches. Dans l'état de New-York un budget de 4 millions de dollars est mis à la disposition de l' « Extension Service » pour ses relations avec 90 000 fermes.

En 1950 les Services du Wisconsin travaillaient avec plus de 100 000 fermes et ont distribué plus d'un million de publications gratuites.

1° Les moyens mis à la disposition des Services de vulgarisation

Des bulletins distribués gratuitement aux agriculteurs assurent une diffusion des résultats pratiques des recherches. L'efficacité de ce moyen de vulga-

risatîon est sans doute relative et l'on s'attache dans les bureaux des services intéressés à déterminer quels sont les types de bulletin dont la diffusion est la plus rentable.

Les agriculteurs sont conviés à des réunions d'hiver où l'on discute de problèmes importants ; chaque service de vulgarisation possède dans ce but une collection de photographies ou de films en couleur projetés à l'occasion de ces réunions.

La radio et les journaux sont mis au service de la vulgarisation pour la publication des avertissements et des conseils. En 1950, le nombre d'émissions radiophoniques destinées aux agriculteurs s'est élevé à 5 000 pour le seul État du Wisconsin. De nombreux cours d'agriculture d'hiver permettent aux jeunes ruraux de compléter leur formation. L'éducation des fils de cultivateurs joue aux États-Unis un rôle très important ; elle a une grande influence parce qu'elle produit dans ce pays un effet psychologique indéniable. Le père de famille subit généralement l'ascendant de ses enfants, c'est là une caractéristique particulière aux États-Unis qui explique les succès remportés par la vaste organisatian des jeunes du « 4 H Club », en relation étroite avec les services de la vulgarisation.

2° Les réalisations intéressantes des services de vulgarisation

Nous avons pu assister à quelques manifestations organisées pour les Agriculteurs par les Services de vulgarisation, et mettant à leur portée une foule de renseignements les intéressant directement.

A titre d'exemple donnons le programme d'une journée réservée à la vulgarisation à la Station annexe de Crookston, dépendant de l'Université du Minnesota, au cours de laquelle 700 cultivateurs ont suivi les démonstrations du personnel scientifique présent (Fig. 10). La journée a débuté par une visite détaillée des champs d'expérience consacrés surtout aux Céréales. Puis les réunions diverses ont permis à des spécialistes d'exposer à l'auditoire les résultats de l'année. Dans l'après-midi, au cours d'une réunion en plein air, les cultivateurs étaient invités à poser toutes les questions qu'ils désiraient voir éclaircir, et auxquelles des spécialistes répondaient tour à tour. Nous avons constaté l'intérêt qu'il y avait à faire participer les cultivateurs à de telles discussions.

Nous avons, un mois plus tard, suivi les délibérations d'un Jury présidé par le Professeur J. G. Dickson ayant à désigner dans l'État du Wisconsin les gagnants d'un concours du plus beau lot de semences d'Orge (Fig. 11) Les producteurs, ayant apporté un échantillon de leur récolte, avaient en attendant les délibérations qui durèrent toute une journée, la possibilité d'échanger des idées entre eux ou avec des membres de l'Université. L'émulation joue aux États-Unis, nous avons pu le constater, un rôle important.

Enfin, nous avons participé à l'inoculation d'un champ de Maïs par différents parasites, il s'agissait de la préparation d'une réunion d'agriculteurs desdinée à faire reconnaître les symptômes des principales maladies du Maïs et de présenter les progrès réalisés dans la recherche d'hybrides résistants.

Nous pourrions citer d'autres exemples, mais tous s'inspirent d'un principe général : seul l'exemple concret intéresse réellement le pratiquant et c'est là un des facteurs de la réussite des services de vulgarisation.

FIG. 10. — Visite commentée des champs d'expérience à Crookston (Minnesota).

FIG. 11. — Appréciation d'échantillons d'Orge de brasserie par les Services de vulgarisation.

3° Les causes du succès de la vulgarisation

Les services de vulgarisation jouissent aux États-Unis d'une confiance certaine et leur succès est indéniable.

D'une part, cette réussite est due à la prédisposition du cultivateur américain qui ne possède guère de tradition agricole : souvent improvisé dans une agriculture neuve, son intérêt, il le sait, est de suivre les avis de conseillers compétents. Il faut ajouter que le fermier américain n'écoute bien entendu de tels avis que lorsqu'il a intérêt à le faire et ne se livre pas plus que l'agriculteur français à des expériences hasardeuses. La vulgarisation est organisée à l'échelle locale par des spécialistes formés dans ce but, et recrutés dans le monde rural qu'ils auront à éduquer.

L'influence favorable de la vulgarisation sur l'exploitant américain est donc due, semble-t-il à divers facteurs d'ordre psychologique qui le prédisposent à accueillir favorablement les innovations, au faible développement de l'esprit de routine, à la facilité des relations avec les milieux scientifiques et enfin à l'importance des moyens matériels et à la qualité du personnel dont elle dispose.

IV. — CONCLUSIONS

Dans un pays neuf où les moyens matériels sont importants et où l'on voit toujours très grand, la Recherche Agronomique joue un rôle de premier plan dans une agriculture qui a réalisé d'énormes progrès depuis les temps héroïques des pionniers. Etre à l'avant-garde reste le désir le plus cher de tout Américain et ce n'est pas sans une grande fierté qu'un expérimentateur ou un novateur se targue du titre toujours envié de pionnier.

Si de grands moyens sont mis à la disposition des services de recherches aux États-Unis, ce n'est pas sans raisons car une solution nouvelle n'est jamais appliquée Outre-Atlantique tant qu'il n'a pas été possible de donner des preuves de sa rentabilité à l'agriculteur, celui-ci restant toujours réaliste et conscient de ses intérêts.

Nous sommes amené, en terminant ce rapport, à rechercher quelles sont les possibilités de transposition à l'agriculture française d'un ensemble de données glanées au cours de notre voyage. Les conditions générales d'exploitation, assez différentes dans les deux pays, ne permettent pas d'envisager une stricte application des méthodes américaines. Les variétés de Blé américaines, par exemple, n'ont d'intérêt à être introduites chez nous que pour certains de leurs caractères de résistance et pour servir de géniteurs, en outre, la majorité des blés cultivés aux États-Unis sont des blés « hard ». Du point de vue économique, les procédés de traitement répandus Outre-Atlantique, ne sont pas toujours applicables tels quels en France où l'on cherche davantage à diminuer la fréquence des traitements anticryptogamiques.

Cependant, il nous paraît possible d'utiliser directement en France certaines méthodes de traitement des semences et d'envisager l'adoption des produits les plus efficaces. Une surveillance de l'état sanitaire des cultures pourrait être, en France, d'un intérêt certain ; elle est réalisée aux États-Unis grâce à un programme établi par le personnel des Stations de recherches, bénéficiant, il est vrai, de grandes facilités de transport. Une amélioration des Ser-

vices de vulgarisation et des rapports entre la pratique et la recherche nous semble également souhaitable à l'exemple des réalisations américaines.

Notre voyage aux États-Unis avait surtout un but très technique et il nous semble que la plupart des méthodes de recherches et des résultats rassemblées dans ce rapport sont parfaitement utilisables pour des études diverses. Nous ne pouvions avoir l'espoir de ramener de notre séjour des solutions toutes faites dans un domaine où rien n'est absolu. L'expérience américaine nous paraît donc pouvoir rendre de grands services à la Recherche Agronomique française, si elle est ramenée à l'échelle française, c'est-à-dire adaptée. Nous ne pensons pas qu'elle puisse être simplement importée dans un cadre trop différent de celui qui l'a façonnée.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

YARWOOD (C. E.). — **The phosphate effect in virus infection.** (L'effet du phosphate dans l'infection par les virus). *Phytopatho.*, XLII, 3, 137-143, 1952.

THORNBERRY a déjà montré que le K_2HPO_4 et le Na_2HPO_4 augmentent le nombre d'infections du virus de la Mosaïque du Tabac sur le Haricot. Ceci a été confirmé par STANLEY qui a montré que l'effet était plus faible sur le *Nicotiana glutinosa*. On a généralement affirmé, bien que THORNBERRY et STANLEY aient émis des doutes à ce sujet, que le produit agissait sur le virus lui-même. L'auteur a obtenu des résultants montrant, selon lui, une action sur l'hôte. L'addition de $K_2 HPO_4$ à 1 p. cent à l'inoculation (virus de la Mosaïque du Tabac, du Rng spot du Tabac, de la Nécrose du Tabac, de la Mosaïque de la Luzerne, de la Mosaïque de la Fève, de la Mosaïque du Concombre, de la Mosaïque du Pois, du Black ring du Chou) a augmenté le nombre de lésions obtenues sur des feuilles de Haricot. Sur d'autres hôtes l'effet était plus faible et même nul sur certains (Concombre, Betterave à sucre, Soleil, *Gomphrena globosa*).

Sur le Haricot *Pinto* inoculé avec une suspension à 1 p. cent de jus de Tabac infecté par le virus de la Mosaïque du Tabac le rapport du nombre de lésions obtenu sans traitement particulier au nombre de lésions obtenu avec le $K_2 HPO_4$ à 1 p. cent sans carborundum, avec carborundum seul, et les deux traitements combinés était 1 : 20 : 165 : 2 860 respectivement. Sur le *Nicotiana glutinosa* l'addition de phosphate à l'inoculation diminue le nombre de lésions sur les feuilles basses et l'augmente sur les jeunes feuilles. Sans phosphate les lésions sont plus nombreuses sur des feuilles de *N. glutinosa* que sur des feuilles de Haricot mais, en présence de phosphate, le *N. glutinosa* donne neuf fois plus de lésions que le Haricot.

L'augmentation du nombre de lésions sur les feuilles du Haricot a été montrée sur des plantes en pot et sur des feuilles détachées plongeant dans l'eau ou dans une solution de saccharose (8 p. cent). L'immersion des feuilles de Haricot pendant 1 minute dans une solution de $K_2 HPO_4$ à 45° augmente la sensibilité au virus de la Mosaïque du Tabac. Le traitement à l'eau chaude augmente également la sensibilité, mais dans une proportion plus faible. Le lavage à l'eau des feuilles aussitôt après l'inoculation est sans effet sur le nombre de lésions en l'absence de phosphate. Par contre ce traitement diminue le nombre de lésions lorsque l'inoculation est faite en présence de phosphate (le lavage doit être fait alors 30 minutes après l'inoculation).

Sur le Haricot le taux d'infection est faible si des feuilles saupoudrées de

Carborundum sont frictionnées avec une brosse humide et plongées ensuite dans une solution de virus de la Mosaïque du Tabac additionnée de Phosphate, par contre l'infection est abondante si on frictionne à sec avant de plonger la feuille dans la solution de virus phosphaté. Le virus pénètre donc plus facilement dans les blessures non saturées d'eau, mais le nombre de lésions est plus faible que lorsqu'on suit la méthode d'inoculation normale.

Les auteurs ayant précédemment étudié ces questions admettaient qu'il s'agissait essentiellement d'une action de pH (environ 8,5). Or dans cette hypothèse d'autres tampons fournissant le même pH auraient le même effet. L'auteur suppose que le phosphate augmente la sensibilité par son effet chimique en augmentant la dimension et le nombre des perforations cellulaires provoquées par la friction. Ceci expliquerait aisément la différence de sensibilité au traitement des divers lots.

P. L.

Black (L. M.) et Brakke (M. K.). — **Multiplication of wound-tumor virus in an insect vector.** (Multiplication du virus des tumeurs de blessure chez un insecte vecteur). *Phytopatho.*, XLII, 5, 269-273, 1952.

Les expériences portent sur la multiplication du virus des tumeurs de blessure chez l'insecte vecteur (*Agallia constricta*). Les insectes utilisés dans les séries de repiquage étaient maintenus sur la Luzerne qui est immune au virus et testés sur le Trèfle incarnat qui est sensible.

Des extraits virulents obtenus après broyage d'insectes contaminés sur le Trèfle incarnat (broyage à 0°, clarification par centrifugation à 3 400 tours à cette même température) sont injectés à l'aide de micropipettes à des insectes neufs (0,05 à 0,17 µl par insecte). Les insectes ainsi inoculés à 0° sont portés en serre à la température de 25° sur des Luzernes. (30 insectes sont inoculés avec chaque dilution d'extrait virulent). Les extraits virulents injectés aux insectes se sont montrés virulents jusqu'à la concentration 10^{-4}. Ils cessaient de l'être à partir de 10^{-5}, ainsi que le montraient les tests sur Trèfle incarnat réalisés 15 jours après l'inoculation. Sept passages successifs de virus ont été réalisés d'insecte à insecte. En supposant que le virus ne se multiplie pas le calcul montre que le virus inoculé à la première série d'insectes se trouve à la dilution 10^{-18} lors de l'inoculation de la septième série, or les insectes de cette série sont aussi riches en virus que ceux de la première, bien que les insectes testés dans ces repiquages successifs ne se nourrissent que sur la Luzerne, plante qui ne contient pas de virus (la quantité de virus est évaluée en fonction du nombre d'insectes infectieux de chaque série. La courbe exprimant la variation du pourcentage d'insecte infectieux en fonction de la dilution de virus inoculés est une droite). Ces résultats ne peuvent s'expliquer que si on admet la multiplication du virus dans l'organisme de l'insecte vecteur.

L'auteur donne par ailleurs de nombreuses preuves de l'immunité de la Luzerne au virus étudié, ce qui est essentiel à la validité de sa démonstration. Ces résultats sont parallèles à ceux obtenus par Maramorosch (1951) avec le virus de la jaunisse des Reines Marguerites (*Aster yellows*). Notons le fait inédit suivant signalé au passage par les auteurs : les femelles infectées de l'*Agalliopsis novella* nourries sur une plante immune (Luzerne) fournissent 1 à 2 p. cent d'insectes contaminés dans leur descendance. Ce nouveau cas d'infection héréditaire mérite d'être noté après celui du virus du rabougrissement du Riz (stunt disease) et du virus de Club leaf.

P. L.

ROBERTS (D. A.). — **Independent translocation of sape transmissible viruses.** (Sur le mouvement propre des virus transmissibles par la sève). *Phytopatho.* XLII, 7, 381-387, 1952.

L'examen de la littérature relative au déplacement des virus à l'intérieur de la plante révèle que, d'après certaines observations, il n'y a pas toujours corrélation entre le mouvement des virus et celui des sucres (CALDWELL, CURTIS et CLARK, etc...). L'auteur a mis sur pied des expériences ayant pour but de mettre à l'épreuve l'hypothèse de l'indépendance entre le mouvement des virus transmissibles par la sève et celui de la sève élaborée. Les essais ont porté sur les virus suivants : *Marmor Tabaci, M. Cucumeris, Annulus Tabaci* et *A. dubius.* On utilisait comme plantes sensibles le Tabac de Turquie et le Haricot (Scotia bean). Dans certains tests une partie de la tige ou du pétiole était tuée par ébouillantage. Le virus était détecté dans les divers organes de la plante inoculée par prélèvement de tissu et inoculation d'un hôte à lésions locales. L'amidon était mis en évidence par la réaction à l'iode dans les expériences où les feuilles étaient mises à l'obscurité.

Les essais réalisés confirment le transport de virus dans le liber. Les virus éprouvés sortent de feuilles préalablement privées de sucre par un séjour à l'obscurité et ceci à l'encontre du mouvement des sucres qui se dirigent vers ces feuilles lorsque celles-ci sont encore maintenues à l'obscurité après l'inoculation (accumulation d'amidon le long des nervures). L'obscurité ralentit la multiplication du virus dans la feuille inoculée ce qui explique que le virus se répande plus lentement à partir des feuilles maintenues à l'obscurité qu'à partir de celles maintenues à la lumière. Si on inocule une feuille du sommet et une feuille basse de Tabac ou de *Nicotiana glutinosa* avec deux virus différents, ceux-ci se répandent sans s'influencer réciproquement et se retrouvent dans les feuilles inoculées sans être influencés par le traitement obscur subi par celles-ci.

Ces expériences sont en faveur de l'hypothèse d'un mouvement indépendant des virus transmis par la sève et s'expliquent si on admet qu'il existe dans le liber un double mouvement de substances en accord avec les résultats obtenus avec la fluorescéine et les éléments radio-actifs.

P. L.

WEINTRAUB (M.), GILPATRICK (J. D.) et WILLISON (R. S.). **The effect of certain water-soluble compounds on virus infection.** (L'effet de certaines substances solubles dans l'eau sur l'infection par le virus). *Phytopatho.*, XLII, 8, 417-419, 1952.

Les auteurs proposent une technique relativement simple et rapide pour faire un choix parmi les produits à éprouver. Le virus utilisé est celui de la Mosaïque du Tabac (quelques tests ont également été réalisés avec le virus de la Mosaïque de l'Œillet). Quatre feuilles de *Nicotiana glutinosa* sont détachées, séparées en deux le long de la nervure principale. Deux moitiés gauche et deux moitiés droite sont mises à flotter sur la solution à éprouver ; les moitiés homologues sont disposées sur l'eau distillée. Au bout de 24 heures ces demi-feuilles sont lavées et inoculées par friction dans des conditions aussi semblables que possible. On les rince ensuite et on les remet à flotter sur le liquide éprouvé et l'eau distillée. Pour les traitements après inoculation les moitiés de feuilles sont inoculées aussitôt détachées, rincées, placées 6 heures sur l'eau distillée puis sur le liquide à éprouver, les témoins restant sur l'eau. La plupart des expé-

riences étaient réalisées à 23° avec une lumière de 1 200 bougies pieds maintenue 10 heures par jour. Pour réduire l'imprégnation d'eau les plantes étaient placées dans un corridor obscur et frais pendant 24 heures avant de détacher les feuilles.

Sur 54 composés éprouves, 3 ont été choisis pour leur faculté de réduire de façon significative le nombre de lésions. Le chlorure et le sulfate de zinc le réduisent à 100 p. cent. L'ion zinc paraît être l'agent inhibiteur. Le chlorure de zinc réduit aussi l'activité du virus de la Mosaïque de l'Œillet sur le *Dianthus barbatus*. La vitamine B_1 n'a pas d'action significative sur le virus de la Mosaïque du Tabac et est inactive sur le virus de la Mosaïque de l'Œillet.

P. L.

Caldwell (J.). — **Some effects of a plant virus on nuclear division.** (Certains effets d'un virus de plante sur la division du noyau). *Ann. appl. Biol.*, XXXIX, 1, 98-102, 1952.

Dans des travaux antérieurs l'auteur a supposé que l'absence de passage de nombreux virus dans l'embryon était due à la rupture de la continuité protoplasmique entre les cellules du nucelle qui sont supposées contenir le virus et celles de l'embryon. L'infection de ce dernier ne pourrait provenir que d'une infection primaire de la mégaspore ou éventuellement du grain de pollen. La non-transmission montre que celles-ci n'ont pratiquement pas lieu.

Le mémoire analysé ici porte sur l'aspermie de la Tomate qui est provoquée par un virus commun dans les clones de Chrysanthèmes. Sur la Tomate le développement du bourgeon apical est retardé (celui-ci peut même être tué) ce qui provoque un rabougrissement suivi par le développement de pousses axillaires en même temps que la torsion des feuilles et des tiges et le développement d'un pigment pourpre et d'une chlorose. Beaucoup de bourgeons à fleurs se nécrosent et tombent. Les autres donnent des fleurs avec des sépales et pétales anormaux, les fruits sont dépourvus de graines ou très pauvres en ces dernières. Chez la variété *Stonor's Money-maker* le pourcentage de grains de pollen normaux chez les plantes saines varie de 49 à 89 p. cent, tandis que chez les plantes malades il est seulement de 0 à 0,8 p. cent. Ceci est associé avec des anomalies de méiose dans les cellules-mères de microspores. Il se forme souvent plusieurs cellules avec des nombres de chromosones variables et, même lorsqu'il y a formation d'une tétrade, les grains de pollen avortent avant maturité. Le sac pollinique renferme alors un nombre variable de grains de pollen anormaux. Au stade pachytène les chromosones s'agrègent en masse irrégulière. En même temps apparaitrait une vacuolisation excessive du cytoplasme des cellules-mères, suivie par une désintégration cellulaire. La formation de grains de pollen normaux n'est qu'exceptionnelle.

Des observations analogues ont été réalisées au cours du développement de l'ovule. La cellule-mère ne subit pas de méiose normale si bien qu'il ne se forme ni mégaspore ni sac embryonnaire. Il y a encore agrégation des chromosones au pachytène accompagnée par une désintégration nucléolaire précoce. On n'a pas trouvé plus de 1 p. cent de sacs embryonnaires normaux. Ces observations amènent l'auteur à modifier ses conceptions antérieures relatives à la non-transmission du virus de la Mosaïque du Tabac par la graine. Il n'y aurait pas effet de la cellule-mère sur le virus, mais du virus sur la cellule-mère. Dans cette maladie où les graines se forment en grand nombre l'infection de la cellule-mère doit être exceptionnelle. Dans le cas de l'aspermie l'inverse se produit et l'on aboutit aux anomalies de formation des spores. Le petit nombre de micro

et mégaspores qui échappent formeraient les grains de pollen et sacs embryonnaires normaux. KOSTOFF a signalé en 1933, dans le cas de la Mosaïque du Tabac, la formation de grains de pollen et d'ovules anormaux, et admettait que ces anomalies de réduction étaient causées par le virus. Le problème de la transmission par les graines doit être repris à ce point de vue. Dans la Mosaïque de la Laitue, par exemple, on peut supposer soit que l'effet du virus sur la méiose est différent, soit que l'embryon se fait par parthonogénèse sans intervention d'une méiose. Il se peut aussi que les anomalies de division nucléaires provoquées par l'infection soient la cause, et non le résultat, des nécroses si fréquentes dans les maladies à virus.

P. L.

KASSANIS (B.). **Some effects of high temperature on the susceptibility of plants to infection with viruses.** (Certains effets des températures élevées sur la sensibilité des plantes à l'infection par les virus). *Ann. Appl. Biol.*, XXXIX, 3, 358-369, 1952.

La température optimum pour l'extériorisation des maladies à virus varie beaucoup selon les virus et selon les plantes-hôtes. Il y a peu de travaux relatifs à l'influence de la température sur la sensibilité des plantes à l'inoculation et sur la multiplication des virus dans les tissus.

Le mémoire de KASSANIS envisage le cas de plantes maintenues à 36°. Les résultats montrent qu'une température élevée agit de façon différente selon les virus et les hôtes envisagés. Ils indiquent également que le maintien des plantes à 36° avant l'inoculation augmente la sensibilité des plantes à de nombreux virus. L'étude a porté sur le virus de la Mosaïque du Tabac (sur le *N. glutinosa* et le *Phaseolus vulgaris*), le virus de la nécrose du Tabac de Rothamsted (sur le *P. vulgaris* var. *Prince* et le Tabac *White Burley*), le virus du Bushy stunt de la Tomate (sur le *N. glutinosa*), le virus du Spotted wilt de la Tomate (sur le Tabac) et le Virus de la Mosaïque du Concombre (sur le *P. vulgaris*). Dans tous les cas examinés le nombre de lésions locales était plus élevé quand les plantes étaient maintenues à 36° avant l'inoculation (max. environ 2 j, effet déjà notable après 6 h).

Lorsque le traitement à 36° intervient après l'inoculation, le nombre de lésions locales est diminué, mais les effets varient suivant les virus. La réduction est faible, dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac et du virus du Spotted wilt de la Tomate ; elle est élevée au contraire avec les virus de la Nécrose du Tabac, du Bushy stunt de la Tomate et de la Mosaïque du Concombre avec lesquels on peut même observer une inhibition complète. Les deux premiers virus ont un coefficient élevé d'inactivation thermique et les derniers un faible coefficient. Cependant l'inactivation de ceux-ci à 36° *in vitro* est encore trop faible pour rendre compte de leur comportement. L'état physiologique de la plante-hôte influe également sur le résultat du traitement.

L'auteur confirme le fait qu'à 36° le *N. glutinosa* infecté par le virus de la Mosaïque du Tabac présente des lésions primaires non nécrosées suivies d'une infection générale visible 2 j après l'inoculation (nécrose et mort de la plante). Lorsque des *N. glutinosa* présentant des lésions nécrotiques sont placés à 36° le virus sort des lésions et se généralise. La fluorescence due à la scopolétine ne se trouve qu'autour des lésions nécrotiques — non autour des lésions chlorotiques —. La scopolétine n'est donc pas liée à la multiplication du virus. Le virus du Spotted wilt de la Tomate se multiplie lui aussi à 36°, alors que les trois autres virus ne se multiplient plus.

P. L.

HARTMAN (R. T.), PRICE (W. C.). **Synergistic effect of plant growth substances ans Southern bean mosaic virus.** (Effet synergique de substances de croissance et du virus de la « Southern bean mosaic »). *Ann. J. Bot.*, XXXVII, 10, 820-828, 1950.

Des Haricots de la var. *Bountiful* inoculés artificiellement par la souche ordinaire de la Southern bean mosaic et le mutant jaune de ce virus ont subi, en serre, des pulvérisations d'acide β naphtoxyacétique (B-NOA) à la concentration de 500 mg par litre deux fois de suite à intervalle de 7 jours. Il y a eu réduction de l'activité du virus (déterminée par le nombre de lésions produit sur des demi-feuilles de Haricot de *Kentuky wonder*). Cette réduction était de 75,4 p. cent sur les plantes traitées 24 heures après l'inoculation et 12,7 p. cent sur les plantes traitées 4 jours après l'inoculation.

Les plantes traitées 15 jours après l'inoculation présentaient une *augmentation* de l'activité du virus de 43 p. cent. Les effets sur la plante étaient plus graves qu'avec le virus seul ou le B. NOA seul. L'addition d'une solution de B. NOA au jus extrait de Haricots Bountiful infectés n'inactive pas le virus. Il apparaît que tandis que le traitement inhibe la multiplication du virus, il retarde aussi la maturation du tissu de l'hôte et prolonge ainsi la période pendant laquelle la multiplication peut prendre place. Les symptômes typiques de la Southern bean mosaic n'apparaissent pas sur les plantes traitées par le 2-4 D, mais le virus peut être isolé des plantes. Des effets analogues sont observés sur la Reine Marguerite (*Callistephus sinensis*) infectées par le virus de l'*Aster yellows* lorsqu'on les traite par le B. NOA ou le 2-4 D.

P. L.

LITTAU (V. C.) et BLACK (L. L.). — **Spherical inclusions in plant tumors caused by a virus.** (Sur la présence d'inclusions sphériques dans des tumeurs végétales provoquées par un virus). *Am. J. Bot.*, XXXIX, 87-95, 1952.

Les auteurs ont observé des inclusions sphériques, mesurant 1 à 4 μ dans des tumeurs provoquées par l'*Aureogenus magnivena* Black. Le terme sphérule est proposé pour ces inclusions. Ces sphérules sont hyalines, homogènes et d'aspect plein. Occasionnellement elles peuvent renfermer des vacuoles. On les rencontre dans le cytoplasme, le plus souvent dans des cellules ayant l'aspect du protoliber, parfois aussi dans d'autres cellules et même dans des trachéides. On les a trouvées dans les tumeurs chez diverses espèces végétales : *Anagallis pinifolia, Chrysanthemum, leucanthemum*, var. *pinnatifidum, Hyoscyamus niger, Lychnis alba, Melilotus alba, Nicrembergia frutescens, Rumex acetosa* et *Silene latifolia*. Ces sphérules paraissent spécifiques des tissus tumoraux. Elles se colorent en rouge avec la safranine après traitement par le triple colorant de Flemming. Elles se colorent en rouge par la fuchsine acide et ne sont pas colorées par le trypan bleu. Elles ne sont colorées ni par l'iodure de potassium, ni par le Soudan IV. Leur coloration par la pyronine n'est pas modifiée après l'extraction à l'éther pendant 6 heures.

Elles ne sont pas colorées par la réaction de Feulgen. La réaction de Millon, le test de Berg à la ninhydrine, et la réaction xanthroprotéique ne permettent pas d'y mettre en évidence des protéines. Elles ne sont pas digérées par la pepsine, la trypsine, la chymotrypsine ou la papaïne agissant isolément. Par contre elles réagissent positivement, ainsi que les nucléoles au test arginine de Thomas. Des essais réalisés avec certaines combinaisons d'acide trichloracétique, d'acide nitreux, de ribonucléase et d'Azur A n'ont pu fournir de preuve certaine de la

présence d'acide ribonucléique dans les sphérules. Cependant la coloration différentielle des sphérules et des nucléoles a été obtenue en utilisant l'Azur A qui colore les nucléoles avec un peu plus d'intensité que les sphérules. Une bonne différenciation a été obtenue à l'aide d'une technique utilisant l'acide nitreux, la ribonucléase et l'Azur A ; les sphérules apparaissaient en bleu clair et les nucléoles en bleu foncé. Cette technique fournit le seul moyen satisfaisant de distinguer les sphérules des nucléoles autrement que par leur position, dans le cytoplasme pour les premières et dans le noyau pour les secondes. La triple coloration de Flemming, la safranine et le vert rapide, ou la pyronine et le vert de méthyle sont d'excellents mélanges pour révéler la présence des sphérules. Le test de Thomas pour l'arginine, la réaction de Feulgen et l'Azur A après traitement par certaines combinaisons de l'acide nitreux et l'acide trichloracétique ou la ribonucléase étaient les réactions cytochimiques les plus intéressantes.

P. L.

THUNG (T. H.). — **The Infectivity of viruses**. (Le pouvoir infectieux des virus). *Proc. conf. Potato virus diseases*. Wageningen. Lisse. 1951, 76-80, 1952.

L'auteur cite d'abord un certain nombre de faits relatifs à la discordance entre le pouvoir infectieux et le nombre de particules de virus, à la faculté de multiplication différente d'un même virus (stem mottle) sur deux plantes différentes (Tabac et Pomme de terre), à la transformation du virus X sur le Tabac, au phénomène d'inhibition (inhibition du pouvoir infectieux vis-à-vis du Tabac, du virus de la Mosaïque de l'Œillet dans un jus d'Œillet) au blocage du pouvoir infectieux dans les complexes antigènes-anticorps, à la perte du pouvoir infectieux du virus de la Mosaïque du Tabac soumis aux ultra-sons, etc... Considérant l'ensemble de ces faits, il suppose que la particule de virus comprend une partie responsable de la fixation du virus sur le substrat protéique de la plante-hôte et une autre partie qui affecte le métabolisme de cette dernière. La partie correspondant à l'attache au substrat devrait avoir une forme définie (comme pour l'union antigène × anticorps). Lorsqu'un virus se multiplie sur une plante, la forme de cette partie ne conviendrait pas à l'attache sur le substrat d'une autre plante, seules des particules aberrantes pourraient s'y implanter.

Le traitement par les ultra-sons n'agit peut-être pas seulement en brisant les particules, il peut modifier les différentes parties du virus. Le blocage du pouvoir infectieux par le sérum homologue peut être dû aussi bien à l'action sur la réaction d'attache que sur la fraction infectieuse. Les inhibiteurs agiraient sur la partie qui agit sur le métabolisme. Dans la discussion KÖHLER signale avoir observé une structure spiralée des particules du virus de la Mosaïque du Tabac. Selon lui les particules élémentaires seraient celles de 280 $m\mu$. Elles s'allongeraient par apposition et se désintègreraient ultérieurement en particules de longueurs variées.

P. L.

MATTHEWS (R. E. F.). — **Effect of purines on the multiplication of plant viruses.** (Effet des purines sur la multiplication des virus des plantes). *Nature*. Londres, CLXIX, 4299, 500-501, 1952.

L'adénine, la guanine et l'hypoxanthine à la concentration 0,01 M, en pulvérisation sur le feuillage avant l'inoculation annulent l'effet inhibiteur du guanazolo. (0,005 M dans une solution de bicarbonate de soude à 0,1 p. cent) sur le développement du virus de la Mosaïque de la Luzerne sur le *Nicotiana*

glutinosa ou le Tabac tandis que la xanthine, l'ac. urique, la théobromine, la théophylline, la caféine, l'uracile, la thymine et l'urée n'ont pas cette action. Certains faits suggèrent la possibilité pour les virus de la Mosaïque de la Luzerne et de la Mosaïque du Tabac d'utiliser la guanine et l'adénine libres tandis que l'hypoxanthine qui est le renverseur d'inhibition le plus actif pourrait agir au cours de la synthèse de virus comme un précurseur de la guanine et peut-être de l'adénine. Le guanazolo agit peut-être en interférant avec l'incorporation de la guanine et peut-être aussi de l'adénine dans la particule du virus à moins qu'il ne prenne la place de la guanine.

P. L.

YARWOOD (C. E.). — **Associations of rust and virus infections.** (Associations d'infections par les Rouilles et les virus). *Science*, CXIV, 2933, 127-128, 1951.

Etude très intéressante sur l'interaction de l'infection par certaines Rouilles et certains virus.

Des feuilles de Haricots sont inoculées sur une moitié à la face inférieure avec une suspension d'urédospores de la race 1 de l'*Uromyces Phaseoli* (= *U. appendiculatus*). Si l'on inocule le virus de la Mosaïque du Tabac lorsque les pustules de Rouilles sont bien individualisées, des anneaux nécrotiques se forment autour de certaines d'entre elles. Lorsque les pustules de Rouilles sont très rapprochées les lésions nécrotiques sont rares et il n'apparait pas d'anneaux. Le virus est capable de se répandre dans ces zones infectées par la Rouille. Il s'étend d'environ 1 mm par jour et vient former un anneau ou une marge nécrotique autour de l'ensemble de la zone infectée. Dans les tissus infectés par le virus la sporulation du champignon est réduite et les cellules du parenchyme meurent prématurément. Le virus du Ring spot du Tabac, le virus de la Nécrose du Tabac et le virus de la Mosaïque de la Luzerne provoquent sur les tissus de Haricot infectés par la Rouille des symptômes voisins de ceux décrits à propos du virus de la Mosaïque du Tabac. Sur des feuilles de Grand Soleil infectées par le *Puccinia Helianthi* il ne se forme pas de lésions locales mais le virus est présent et en quantité plus élevée dans les zones infectées par le Champignon que dans les parties indemnes.

Si l'on prend pour unité la concentration de virus dans les tissus non infectés par la Rouille, la concentration dans les tissus infectés est la suivante : pour le *P. Helianthi* et le virus de la Mosaïque du Tabac 7, pour l'*U. appendiculatus* et le virus de la Mosaïque de la Luzerne 59, pour la même Rouille et le virus de la Nécrose du Tabac 440, la même Rouille encore et le virus du Ring spot du Tabac 500. Des Haricots de la var. Bountiful n'ont pu être inoculés avec succès par le virus de la Mosaïque du Tabac, que si ils étaient préalablement infectés par la Rouille. Bien que des tissus normaux de Haricots voient leur résistance aux virus de la Mosaïque du Tabac. de la Nécrose du Tabac, du Ring spot du Tabac et de la Mosaïque de la Luzerne augmenter avec l'âge, des tissus de même âge atteints de Rouille restent généralement sensibles.

En ajoutant à une préparation du virus de la Mosaïque du Tabac 0,003 p. cent de tissu de Haricot atteint de Rouille le nombre de lésions locales des demi-feuilles de Tabac était augmenté de 177 p. cent par rapport aux témoins, le résultat étant le même qu'avec une préparation de virus 11 fois plus concentrée. De même, une concentration de 0,01 p. cent de tissu de Haricot atteint de Rouille multiplie par 5 le pouvoir infectieux du virus de la Nécrose du Tabac. Par contre à la concentration de 1 p. cent des extraits de feuilles non rouillées

et rouillées (spécialement ces derniers) réduisent considérablement le pouvoir infectieux de virus. Le fait que l'infection du Haricot par l'*Erysiphe Polygoni* et le *Colletotrichum lindemuthiancem* ne favorise pas le développement des virus montre que l'augmentation de sensibilité des tissus atteints de Rouille ne peut être attribuée aux perforations mécaniques réalisées par les suçoirs du Champignon dans les membranes cellulaires.

P. L.

VALLEAU (W. D.). — **The evolution of susceptibility to tobacco mosaic in Nicotiana and the origin of the tobacco mosaic virus.** (L'évolution de la sensibilité des *Nicotiana* au virus de la Mosaïque du Tabac et l'origine de ce virus). *Phytopatho*, XLII, 1, 21-22 (résumé) et 40-42 (note détaillée), 1952.

L'auteur analyse tout d'abord les bases génétiques de la résistance et de la sensibilité des *Nicotiana* vis-à-vis du virus de la Mosaïque du Tabac. Les gènes responsables sont N (réactions nécrotiques avec toutes les souches), N' (réactions nécrotiques avec la souche aucuba, le virus du Plantain, et quelques autres), *n'* (Mosaïque avec toutes les souches), A (existe chez toutes les var. de Tabac sauf *Ambalema*, gène de sensibilité) *a* (recessif de A existant chez *Ambalema*, gène de résistance à l'état homozygote).

Les mutations se faisant par apparition de gènes recessifs l'auteur estime que l'ancêtre des *Nicotiana* était pratiquement immun à cause de la présence de N, mais potentiellement sensible grâce au facteur A, ces deux gènes existant simultanément chez le *N. glutinosa* et probablement beaucoup d'autres espèces sauvages. Le virus de la Mosaïque du Tabac n'aurait donc pas été une cause de maladie chez les *Nicotiana* primitifs et doit provenir d'un hôte différent. L'apparition des espèces sensibles de *Nicotiana* aurait eu lieu en dehors de toute intervention du virus par transformation du gène N en ses allèles N' et *n'*. Les var. cultivées du *N. Tabacum* paraissent dériver d'un hybride amphiploïde de deux espèces sensibles de sorte qu'il n'y a aucune chance d'y trouver de formes résistantes si ce n'est par mutation de A donnant *a* (*Ambalema*). Si l'origine indiquée des *Nicotiana* est exacte il est naturel que dans le centre du développement (Ouest de l'Amérique du Sud) les mutants sensibles n'aient pu survivre en raison de la pollinisation croisée avec les formes résistantes. Par contre si des graines hétérozygotes étaient transportées au loin par les oiseaux ou d'autre façon, une population hétérozygote pouvait se développer et par une nouvelle expansion dans des aires séparées on pouvait voir apparaître des lignées homozygotes sensibles. En Australie il y aurait aussi des espèces résistantes et sensibles.

Il est remarquable de constater qu'une maladie aussi grave que la Mosaïque du Tabac n'a pas été mentionnée dans la littérature américaine pendant près de 400 ans bien que cette plante fut cultivée par d'excellents fermiers. L'auteur suppose que la Mosaïque du Tabac serait apparue lorsque cette plante aurait été cultivée au voisinage de *Plantago sp.* infectés par le virus du Plantain ou d'un virus voisin analogue et non découvert attaquant quelque autre plante.

L'auteur a observé sur des Tabacs croissant dans des chassis entourés de Plantains une maladie à virus nécrotique pour les plantes N'N' mais provoquant une Mosaïque sur les plantes *n'n'*. Il s'agissait du virus du Plantain. C'est probablement ainsi que l'invasion du Tabac par le virus se serait réalisée. Le g. *Plantago* est ubiquiste mais on ignore si le virus l'accompagne partout. Aussi on ne peut savoir de quel continent le virus est originaire ou s'il a une origine multiple.

L'auteur rappelle la théorie de HOLMES qui recherche l'origine du virus de la Mosaïque du Tabac là où se trouvent les plantes résistantes. Le raisonnement de HOLMES est juste dans la mesure où on admet comme postulat de base que le virus est apparu primitivement sur des *Nicotiana*. Il est sans valeur si l'on admet avec VALLEAU que le virus provient d'une autre plante et s'est adapté secondairement sur le Tabac, une fois celui-ci cultivé. Le Tabac aurait été gravement atteint parce que mis en présence, à l'occasion de sa culture, avec un virus qui ne l'avait jamais attaqué. La dessiccation du Tabac a permis la propagation de la maladie à grande distance dans les Tabacs à fumer et a favorisé l'établissement lointain de mutants non concurrencés par la souche-mère. La théorie de l'auteur est séduisante mais combien conjecturale !

P. L.

SLAGLE (C. W.), SYLVIA WOLCYRZ et PRICE (W. C.). — **Inhibition of plant virus infection by growth products of Neurospora.** (Inhibition de l'infection par des virus chez les plantes, sous l'action de substances de croissance produites par des *Neurospora*). *Phytopatho*, XLII, 240-244, 1952.

Les auteurs ont éprouvé les effets inhibiteurs de 5 souches du *Neurospora sitophila* et d'une souche du *N. crassa* sur la multiplication des virus de la « Southern bean mosaïc », de la Mosaïque du Tabac et de la Nécrose du Tabac. L'effet inhibiteur, mesuré par la méthode des lésions locales, était élevé dans tous les cas. Il variait d'ailleurs suivant la plante-hôte utilisée. L'agent inhibiteur résiste aux températures élevées (1 heure à 90° ou 15 minutes à 123°) ce qui paraît indiquer sa nature non protéique. Il agit aussitôt après mélange avec le virus. Il agit également par application directe sur la plante-hôte avant l'inoculation ou jusqu'à 30 minutes après celle-ci. L'action est aussi bonne si l'inhibiteur est appliqué sur la face opposée à celle qui est inoculée. On a pu séparer le virus du complexe non infectieux *inhibiteur* × *virus*, grâce à l'ultracentrifugation. L'effet inhibiteur serait dû à une altération de la sensibilité des cellules de l'hôte. On n'a pas obtenu le ralentissement ou l'arrêt de la multiplication de virus par application de l'inhibiteur lorsque l'infection est déjà installée. Les auteurs supposent que la trypsine, le lait, les extraits de Champignons et autres substances analogues agiraient en tuant les cellules blessées qui, sans cela, serviraient de porte d'entrée au virus.

P. L.

COSTA (A. S.). — **Concentration of Brazilian Tobacco streak virus in infected plants.** (Concentration du virus du streak ou Tabac brésilien chez les plantes infectées). *Phytopatho.*, XLII, 5, 231-236, 1952.

L'auteur reprend ici, à propos du virus du streak du Tabac, le problème des fondements de la tolérance acquise. Celle-ci paraît en corrélation avec une diminution de la concentration du virus, d'après certains auteurs (PRICE, STANLEY, BENNETT) travaillant sur le virus du Ring-spot du Tabac et celui de la Mosaïque latente de la Cuscute, tandis que d'autres auteurs dont les travaux portaient sur le virus du streak du Tabac (FULTON, DIACHUN et VALLEAU) ne constataient aucune relation de cet ordre. Le virus était inoculé au Tabac de Turquie. La concentration du virus était estimée par numération de lésions locales sur le *Beta patellaris* MOQ. Elle était réalisée en broyant au mortier des disques prélevés sur le limbe des feuilles malades. Sur la feuille inoculée le virus est décelable en faible quantité le deuxième jour, croît rapidement jusqu'au 6e jour, se stabilise jusqu'au 16e environ et décroît ensuite. Sur les feuilles non

directement inoculées et présentant des nécroses on observe également une augmentation de la quantité de virus suivie d'une décroissance. Ce type de variation est moins net sur les feuilles ne présentant que l'infection chronique. On observe cependant une décroissance de l'activité de virus avec l'âge sur une même feuille et un gradient d'activité décroissant du sommet à la base de la plante.

L'activité du virus est plus élevée dans les feuilles présentant des nécroses que dans celles qui sont soumises à une simple infection chronique. Les différences sont cependant faibles. Dans les feuilles présentant des lésions nécrotiques, la concentration en virus est élevée dans les zones nécrotiques, par contre il ne semble pas y avoir de virus dans les zones non nécrotiques. Ceci est confirmé par le fait que ces dernières réagissent à l'inoculation par des lésions locales.

Il résulte de tout ceci que la distribution du virus est hétérogène au stade aigu alors qu'elle est homogène au stade chronique. En outre la concentration du virus diminue avec l'âge de la feuille surtout lorsque celle-ci présente des symptômes aigus. Ceci exige d'effectuer toujours les comparaisons de concentration en virus d'une plante à l'autre sur des feuilles où la teneur en virus atteint son maximum. Encore les comparaisons n'ont-elles de valeur que par unité de surface et non par cellule ou petits groupes de cellules. Enfin on peut admettre que dans les parties nécrotiques la concentration en virus est notablement plus élevée que dans les tissus foliaires au stade chronique. En effet si les différences sont faibles il ne faut pas oublier que le disque prélève, avec les parties nécrosées, des fragments de parenchyme indemnes de virus, ce qui atténue la différence avec les disques prélevés sur les feuilles au stade chronique uniformément infectées. Par conséquent les résultats paraissent indiquer, contrairement aux conclusions de FULTON et de DIACHUN et VALLEAU que le virus est moins abondant dans les cellules atteintes d'infection chronique. La tolérance acquise serait due à un mécanisme limitant la multiplication du virus.

P. L.

MOORHEAD, ELLEN (L.) et PRICE (W. C.). — **A new serological test for Tobacco mosaic virus.** (Un nouveau test sérologique du virus de la Mosaïque du Tabac). *Phytopatho.*, XLII, 9, 471, 1952.

Très court résumé d'une technique nouvelle applicable au diagnostic du virus de la Mosaïque du Tabac. On établit des séries de dilutions de virus et de sérum (0,1 ml) et après mélange on ajoute 0,2 ml d'une suspension à 1 p. cent d'Hématies de Mouton, bien lavées et fraîches. On laisse incuber 3 h à + 5°. Si la réaction est négative les hématies se déposent au fond du tube. Dans les réactions positives elles sont retenues par le réseau du précipité et ne se déposent pas. Cette méthode est plus aisée à mettre en œuvre que la fixation de complément et requiert moins de matériel que la précipitation (en tube).

P. L.

STEERE, RUSSELL (L.) et ROBLEY (C.) WILLIAMS. — **Composition of crystalline inclusion bodies of tobacco mosaic virus.** (Composition d'inclusions cristallines dues à l'infection du virus de la Mosaïque du Tabac). *Phytopatho.*, XLII, 9 , 519, 1952.

Les inclusions cristallines sont prélevées sur des poils de Tabacs de Turquie infectés par le virus de la Mosaïque du Tabac. Des lambeaux d'épiderme contenant de nombreux poils riches en inclusions sont congelés dans l'azote liquide.

Les poils sont enlevés et desséchés sous vide à la température de — 35°. Les cristaux sont alors enlevés. Ils peuvent être manipulés à l'aide de fines aiguilles. Ils se dissolvent aisément dans l'eau distillée et peuvent être examinés au microscope électronique ou testés pour leur pouvoir infectieux. Le microscope électronique révèle la présence de particules de virus correspondant à 25-40 p. cent du volume total, le reste étant constitué par un matériel au sein duquel on ne décèle pas de particules. A concentration en particules égale le virus provenant des cristaux a le même pouvoir infectieux que celui du jus brut des plantes infectées.

P. L.

YARWOOD (C. E.). — **Latent period and generation time of Tobacco mosaic virus.** (Période de latence et temps de génération du virus de la Mosaïque du Tabac). *Phytopatho.*, XLII, 9, 520, 1952.

Des feuilles de Tabac sont inoculées par le virus de la Mosaïque du Tabac, lavées, séchées, détachées et incubées en chambres noires humides à 31°. Des échantillons sont prélevés à intervalles réguliers. La quantité de virus contenue dans un échantillon est appréciée en inoculant des feuilles de Haricot avec 1 p. cent du tissu macéré en suspension dans une solution à 0,5 p. cent de PO_4HK_2 et en comptant les lésions. On peut ainsi détecter le virus au millionième de la concentration atteinte dans un Tabac complètement infecté. Le lavage des feuilles pulvérisées avec le virus élimine 99,9 p. cent de celui-ci, par contre le lavage de feuilles inoculées par friction en élimine seulement 94 p. cent. Au cours de la première heure qui suit l'inoculation la quantité de virus contenue dans la feuille diminue, elle reste ensuite constante pendant les 6 heures qui suivent. Ensuite elle double toutes les heures. Ce temps de génération était plus court avec un inoculum à 30 p. cent qu'avec un inoculum à 0,1 p. cent, il était plus court sur le Haricot que sur le Tabac et diminuait à des températures supérieures ou inférieures à 31°. Quand les feuilles de Haricot inoculées étaient plongées dans l'eau pendant 1 heure, au cours des huit heures suivant l'inoculation, l'infection était plus faible que sur les feuilles non traitées.

P. L.

STEERE RUSSELL (L.). — **Virus increment curves obtained from counts of particles in clarified plant juice.** (Courbes de croissance d'un virus obtenues par numération des particules dans un jus de plante préalablement clarifié). *Am. J. Bot.*, XXXIX, 3, 211-219, 1952.

L'auteur a étudié la multiplication des particules de virus après l'inoculation chez le virus de la Mosaïque du Tabac sur des Tabacs de la variété *White Burley* et chez le virus du Bushy stunt de la Tomate, sur le *Datura meteloides*. Des échantillons de tissus (prélèvement de disques de parenchyme foliaire) étaient homogénéisés, dilués dans l'eau distillée, clarifiés et dilués avec une suspension de particules indicatrices. On déposait ensuite des gouttes de dilution sur des films porte objets de microscope électronique. Les particules étaient comptées sur les photographies. Connaissant la concentration des particules de l'indicateur il était possible de déterminer la concentration des particules de virus après numération de celles-ci. Avec les deux virus la courbe obtenue en fonction du temps était une sigmoïde du même type que les courbes de réactions autocalatyques. Il y a une phase initiale non résolue suivie, 20 à 72 heures après l'inoculation, par une phase logarithmique durant laquelle la concentration du virus double toutes les 4 heures. Enfin au bout de plusieurs

jours apparaît une phase stationnaire dans laquelle 11,7 p. cent du poids sec de la feuille est dû aux particules de virus (essais à 24° en lumière artificielle).

La courbe est altérée si on place les plantes à 38°. Lorsque le traitement est appliqué 54 heures après l'inoculation, il y a arrêt immédiat de la multiplication. S'il est appliqué 24 heures après l'inoculation l'arrêt de multiplication se fait sentir avec un certain retard. P. L.

KNIGHT (C. A.). — **The nucleic acids of some strains of Tobacco mosaic virus.** (Les acides nucléiques de certaines souches du virus de la Mosaïque du Tabac). *J. Biol. Chem.*, 197, 1, 241-249, 1952.

Étude poursuivie à l'université de Berkeley sur les acides nucléiques du virus de la Mosaïque du Tabac. On a analysé la purine et la pyrimidine par chromatographie et spectrophotométrie chez six souches reconnues du virus de la Mosaïque du Tabac (TMV, M, J_{14} DI, GA, YA et HR) et deux souches supposées (CV3 et CV4). Les 6 premières souches contiennent ces bases en proportions identiques, par contre les deux autres contiennent moins d'adénine et davantage d'uracile que les précédentes. L'auteur suppose que la mutation est accompagnée de modification de la partie protéique mais que la partie nucléique reste inchangée au cours de nombreuses mutations. Sur cette base CV3 et CV4 (issus du Concombre) ne doivent pas être considérés comme des souches du virus MT. Elles en diffèrent d'ailleurs par les dimensions de leurs particules et leurs spectres d'hôtes autant que par leurs acides nucléiques.

P. L.

WEAVER (E. P.) et PRICE (W. C.). — **Differenciation of Tobacco mosaic virus strains by complement fixation.** (Différenciation de souches du virus de la Mosaïque du Tabac par fixation du complément). *Proc. Soc. exp. Biol. N. Y.*, LXXIX, 1, 125-127, 1952.

Essais effectués avec la souche type et la souche « rosette » du virus de la Mosaïque du Tabac ainsi que cinq souches de laboratoire dérivées du type par mutation (virus purifiés).

Dans certains cas des anticorps non absorbés par l'antigène hétérologue sont révélés par l'action de l'antigène homologue. Dans un cas on a observé une dilution limite de l'antisérum plus élevée avec l'antigène hétérologue qu'avec l'antigène homologue. Enfin les souches se distinguaient par leurs unités optimums d'antigènes, c'est-à-dire le poids d'antigène requis pour obtenir la réaction optimum avec l'immunsérum spécifique. Celles-ci variaient de 2,8 µg pour la souche type à 7 µg pour un des mutants. L'antisérum de la souche type ne réagit pas avec les virus de la Southern Bean mosaic et du Ring spot de la Tomate. Le sérum antivirus de la Southern Bean mosaic réagit jusqu'à une dilution de 1/20 avec le virus homologue mais ne réagit pas avec les diverses souches du virus de la Mosaïque du Tabac et avec le virus de Ring spot de la Tomate, ce qui apporte une preuve nouvelle de la spécificité de la réaction.

P. L.

VAN DER WANT (J. P. H.). — **Reaction of some Nicotiana species to Tobacco rattle virus.** (Réactions de certaines espèces de *Nicotiana* au virus du « Tobacco rattle »). *Imt. voor. Plantenzick onderzuck, World Tobacco Congress.* Amsterdam 1951, 133-139, 1951.

La maladie du Tabac appelée « rattle disease » est due à un virus se conservant dans le sol. Ce virus infecte aussi la Pomme de terre et y cause la maladie

appelée » Stem mottle «. Certaines variétés (*Duke of york, Bevelander*) y sont très sensibles, d'autres (*Bintje, Noordeling, Industric*) ne sont pratiquement jamais infectées. La var. de Tabac *Havana II C* (Slits nº 11) souffre souvent d'attaques très graves. Le virus est facile à inoculer mécaniquement lorsque les conditions ambiantes sont favorables (temp. relativement faibles en été).

L'auteur a observé par inoculation qu'il n'y avait pas de différences de sensibilité entre 23 variétés de Tabac éprouvées. Diverses espèces du genre *Nicotiana* ont été éprouvées à leur tour. Dans la section des *Paniculatae* les espèces testées montraient des symptômes locaux suivis de généralisation à l'exception du *N. glauca* qui ne réagit que par des lésions locales. Dans la section des *Tomentosae* le *N. Srtchellii* ne présente pas de symptômes ; *N. tomentosa, N. tomentosiformis* et *N. otophora* réagissent par des symptômes locaux avec bien peu de nécroses. Dans cette section la seule espèce présentant une infection généralisée à la suite des lésions locales. Les hybrides *N. tomentosa* × *N. Tabacum* et *N. tomentosiformis* × *N. Tabacum* se montrent aussi sensibles à l'inoculation du « ratel » que les var. de *N. Tabacum* testées. Il est donc probable que la résistance est gouvernée par un ou plusieurs facteurs récessifs.

P. L.

Braun (A. C.). — **Recovery of tumor cells from effects of the tumor-inducing principle in crown gall.** (Affranchissement de certaines cellules tumorales par rapport au principe générateur des tumeurs de Crown gall). *Science*, 113, 2945, 651-653, 1951.

L'auteur cultive des tissus tumoraux de Tabac de Turquie indemnes de virus sur le milieu de White. Leur développement est plus rapide que celui des tissus normaux. Des petits bourgeons adventifs se forment à leur surface. Un clone de ce tissu fut maintenu en culture 16 mois sans changer de propriétés. Des fragments de tissus anormaux greffés sur des hôtes sains produisent des tumeurs d'un centimètre en six ou huit mois.

Quand des bourgeons axillaires normaux étaient retirés de Tabacs inoculés sur la section tranchée de la tige avec le *B. tumefaciens* une tumeur complexe se formait contenant des bourgeons adventifs composés de cellules tumorales. Les tiges nées de ces bourgeons adventifs étaient greffées à des Tabacs sains dont les bourgeons normaux avaient été enlevés. La nouvelle croissance de ces pousses devient graduellement de plus en plus normale et finit éventuellement par se comporter comme un tissu normal. L'auteur estime que le facteur qui provoque le développement anormal des cellules tumorales de Crown gall se trouve dilué puis disparaît dans les cellules qui sont amenées à croître et à se diviser avec une rapidité suffisante.

P. L.

Yarwood (C. E.). — **Deleterious action of water in plant virus inoculation.** (Action néfaste de l'eau dans l'inoculation des virus des plantes). *Nature*, Londres, CLXIX, 4299, 502, 1952.

Des essais réalisés à l'Université de Californie ont montré que si un inoculum aqueux du virus de la Mosaïque du Tabac était séché sur une brosse à inoculation, celle-ci étant ensuite utilisée pour frictionner à sec une feuille de Haricot saupoudrée de carborundum, on obtenait 1 145 lésions contre 357 en présence d'eau. Malheureusement, l'inoculation à sec ne permet pas de recharge rapide de la brosse à inoculation.

Des feuilles de Haricot inoculées à sec et maintenues ensuite sèches présentaient 1 290 lésions, tandis que des feuilles recevant une pulvérisation aqueuse aussitôt après l'inoculation n'en présentaient que 200. Des feuilles inoculées avec une préparation aqueuse et séchées en 10 s présentaient 1 740 lésions contre 242 sur celles qui étaient séchées naturellement. Le virus du « spotted milt » de la Tomate fournissait dans les mêmes conditions 208 lésions contre 24 sur le Haricot et 172 contre 44 sur le Tabac. Lorsque des feuilles de Haricot saupoudrées de carborundum étaient frictionnées avec une brosse sèche stérile puis trempées dans une solution de virus de la Mosaïque du Tabac, on obtenait 297 lésions contre 37 sur des feuilles frictionnées en présence d'eau. Le virus de la nécrose du Tabac en fournissait dans les mêmes conditions 104 contre 18. L'inoculation humide du virus de la Mosaïque du Tabac sur des feuilles de Haricot détachées de la plante et préalablement flétries (90 à 95 p. cent de leur poids originel) fournissait 712 lésions contre 181 sur des feuilles turgescentes. Un flétrissement correspondant à 65 à 95 p. cent du poids originel après inoculation humide avait fourni 5 710 lésions contre 2 452 sur des feuilles turgescentes. Dans les mêmes conditions le virus de la nécrose du Tabac fournissait 265 lésions contre 48.

P. L.

Newton (N.). — **Some effects of high intensity ultra sound on Tobacco mosaic virus.** (Certains effets des fortes intensités d'ultrasons sur le virus de la Mosaïque du Tabac). *Science*, 114, 2955, 185-186, 1952.

Une suspension de virus de la Mosaïque du Tabac, formée de particules de 280 mμ de longueur était soumise à des vibrations ultrasonores à une fréquence de 7 megacycles, beaucoup plus élevée que celles utilisées jusqu'alors. On constate au microscope électronique une fragmentation des particules qui n'atteignent plus que 20 à 40 mμ de longueur après le traitement. Le pouvoir infectieux mesuré par inoculation du Haricot est réduit de 95 p. cent en 3,3 minutes. Par contre des intensités plus faibles pendant un temps convenable ont permis d'augmenter la virulence de préparations de virus vieillies par division des agrégats en particules de 280 mμ.

P. L.

Singer (S. J.), Bald (J. G.), Wildman (S. G.) et Owen (R. D.). — **The detection and isolation of naturally occuring strains of Tobacco mosaic virus by electrophoresis.** (Détection et isolement, à l'aide de l'électrophorèse, de souches du virus de la Mosaïque du Tabac existant dans la nature). *Science*, CXIV, 2966, 463-465, 1951.

Les auteurs ont pu extraire de Tabacs infectés par le virus de la Mosaïque du Tabac deux constituants virulents correspondant l'un à 40 p. cent de la protéine totale et l'autre à 5 p. cent. Ces deux constituants présentaient respectivement les caractères de la *severe strain* et de la *mild strain* de Johnson. Une partie seulement des anticorps homologues du type atténué de virus est précipitée par le type virulent. On trouvait encore chez les plantes malades un troisième constituant, de nature inconnue, toujours absent chez les plantes saines, et de déplacement encore plus lent. Ce constituant sédimente à la même vitesse que les deux autres par hypercentrifugation et les photographies électroniques montrent qu'il est formé de bâtonnets très semblables à ceux du virus de la Mosaïque du Tabac.

P. L.

JOHNSON (J.). — **Tobacco mosaic virus mutation.** (Mutation du virus de la Mosaïque du Tabac). *Science*, 114, 2957, 239-240, 1951.

L'auteur a pu isoler un certain nombre de souches « vertes » du virus de la Mosaïque du Tabac indemnes de tout mélange avec des formes jaunes. Les plantes infectées étaient maintenues en serre pendant 3 mois dans les conditions les plus propices au développement des « mutants » jaunes. Lorsque les souches vertes sont complètement débarrassées de tout mélange avec des souches jaunes, les taches jaunes n'apparaissent plus. Par contre des taches jaunes très semblables à celles attribuées à des mutations peuvent être obtenues en mélangeant les deux catégories de souches. Aucune preuve de mutation authentique n'a pu être apportée par ces expériences.

P. L.

KASSANIS (B.). — **Some factors affecting the transmission of leaf roll virus by aphids.** (Certains facteurs agissant sur la transmission du virus de l'Enroulement (de la Pomme de terre) par les pucerons). *Ann. appl. Biol.*, XXXIX, 2, 157-167, 1952.

Le *Datura tatula* est l'hôte le plus convenable pour l'étude du virus de l'Enroulement de la Pomme de terre. Cette plante manifeste des symptômes caractérisés par un réseau vert de nervures se détachant sur un fond jaune. Ces symptômes apparaissent au plus tôt huit jours après l'inoculation et jusqu'à trois semaines après celle-ci. Ils ne s'extériorisent pas d'octobre à mars même en augmentant de 4 heures la longueur des jours. Les plantes sont alors tolérantes. Le virus de l'Enroulement a été considéré comme un virus persistant depuis les travaux de K. M. SMITH (1929-1931). LOUGHNANE (1943) avait affirmé qu'après un jeûne de 4 heures suivi d'un repas de 5 minutes le virus pouvait être transmis, ce qui classerait celui-ci dans la catégorie des non persistants. L'auteur n'a pas pu confirmer un tel fait. Tant sur la Pomme de terre que sur le *Datura tatula* l'insecte se contamine plus aisément sur des plantes jeunes, même si celles-ci ne présentent pas encore de symptômes. Il n'y a donc probablement aucune relation entre l'intensité des symptômes et le taux de virus dans la plante. L'azote masque les symptômes tant sur la Pomme de terre que sur le *Datura tatula*. Les pucerons transmettent moins facilement le virus à partir de ces plantes qui masquent ce qui semble indiquer que le taux de virus y est plus faible. Il a fallu des repas infectieux d'au moins 2 heures pour que les insectes puissent acquérir le virus. Par ailleurs, c'est seulement après 2 jours d'incubation que ceux-ci ont pu transmettre le virus, ce qui confirme les observations de K. M. SMITH. En augmentant la durée de repas infectieux on augmentait aussi la faculté de contamination de l'insecte. Des pucerons nourris pendant plusieurs jours sur des plantes infectées pouvaient infecter des plantes malades au cours de repas contaminants de 15 minutes et restaient infectieux longtemps.

Les différences d'intensité des symptômes d'Enroulement sur la Pomme de terre étaient souvent dues à la présence concomitante de souches de virus X de virulences variées. Il y a cependant, en l'absence de virus X, des souches de virus de l'Enroulement de virulences différentes. Des examens microscopiques sur des coupes traitées à la phloroglucine montrent que la gravité de la nécrose au liber varie parallèlement à l'intensité des symptômes externes. Sur le *Datura tatula* on n'a pas observé de différences notables dans l'intensité des symptômes.

P. L.

BAWDEN (F. C.) et KASSANIS (B.). — **Serologically related strains of potato virus Y that are not mutually antagonistic in plants.** (Sur le cas de souches du virus Y dépourvues d'actions antagonistes mutuelles chez les plantes). *Ann. appl. Biol.* XXXVIII, 2, 402-410, 1951.

L'auteur décrit une nouvelle souche du virus Y isolée d'une Pomme de terre en provenance d'Amérique du Sud et qu'il appelle « Tobacco veinal necrosis virus » (TVNV). Ce virus est probablement voisin de celui qui a été isolé de la variété péruvienne *Serrananegra* par NOBREGA et SILBERSCHMIDT (1944) et décrite sous le nom de *Necrose das nervuras* en raison du symptôme provoqué sur le Tabac white Burley. Les symptômes se rapprochent de ceux de l'infection mixte X + Y. Sur quatre variétés de Pommes de terre éprouvées les symptômes étaient peu accentués et il n'y avait pas de nécroses.

Des épreuves sérologiques ont été réalisées avec le virus TVNV, un virus Y typique (Y_1) et le virus C. Chaque sérum précipite les trois virus. Il y a donc un groupement antigénique commun important. Néanmoins le titre est plus élevé avec le virus homologue, ce qui suggère certaines différences. S'il y a des groupes spécifiques de chaque souche, ils doivent cependant être peu importants car les auteurs n'ont pu les mettre en évidence par des épreuves croisées. Les plantes infectées par le virus Y ou le virus C restent sensibles au virus TVNV, ce qui est facile à voir en raison des nécroses caractéristiques provoquées par ce dernier. Ces deux virus ne sont cependant pas éliminés par le TVNV comme ils le sont par le « severe etch virus » (par inoculation à la Pomme de terre on provoque les symptômes nécrotiques caractéristiques). De plus si on inocule des Tabacs infectés par TVNV avec le virus Y, celui-ci se multiplie, ce qu'on peut mettre en évidence en infectant des Pommes de terre de la variété *Majestic* à partir de ces Tabacs. De même il n'y a pas de prémunition croisée chez le *N. glutinosa* et les Pommes de Terre. Cependant la culture sur Pomme de terre paraît favoriser le virus Y aux dépens de TVNV. D'ailleurs si les Pommes de terre infectées par TVNV peuvent être complètement infectées par le virus Y, à l'inverse l'infection paraît rester localisée lorsqu'on inocule TVNV à des Pommes de terre infectées par Y_1.

Jusqu'à présent, à une exception près (virus 3 et 4 du Concombre et virus de la Mosaïque du Tabac) on a toujours constaté que les virus sérologiquement voisins présentaient une prémunition croisée. Encore dans l'exception signalée les relations sérologiques étaient-elles faibles. Le cas étudié ici constitue une exception plus étonnante, les relations sérologiques étant étroites. Les relations sérologiques reposent sur des similitudes de structure tandis que les antagonismes entre virus peuvent tenir à des causes différentes comme le montre l'étude des virus des animaux. Les relations sérologiques ont donc une valeur taxonomique supérieure. Les auteurs admettent donc que le TVNV doit être considéré comme une souche de virus Y. Il en résulte qu'on peut se demander si certains virus séparés parce qu'ils ne présentaient pas de prémunition croisée, ne sont pas voisins.

P. L.

ROSS (A. F.), ROCHOW (W. F.) et SIEGEL (B. M.). — **High concentrations of virus X in plants doubly infected with potato viruses X and Y.** (Concentrations élevées en virus X observées chez des plantes infectées à la fois par ce virus et par le virus Y). *Phytopatho*, XLII, 9, 473, 1952.

Sur des Tabacs de Turquie inoculés avec le virus X et le virus Y de la Pomme de terre la proportion de virus X par rapport à la quantité existant

dans les témoins ayant reçu ce virus seul varie en fonction du stade de l'infection et de la séquence des inoculations par les deux virus. Pour les feuilles inoculées et pour celles à l'intérieur desquelles le virus se répand lorsque l'infection se généralise ce rapport croît avec le temps jusqu'à 3 p. cent environ. Quand les plantes sont inoculées soit simultanément avec les 2 virus, soit d'abord avec le virus X, ce dernier est à peu près 10 fois plus abondant dans les feuilles présentant des symptômes aigus que dans les feuilles semblables de plantes infectées par le virus X seul. Quand l'inoculation par le virus Y précède celle du virus X (intervalle suffisant pour que l'infection se généralise) la proportion de virus X est très loin d'être 10 fois supérieure à celle existant dans les plantes infectées par le virus X seul. Elle reste pourtant plus élevée que chez ces dernières. Les mesures effectuées par la méthode des lésions locales sur le *Gomphrena globosa* et par microscopie électronique sont en accord. En général la gravité des symptômes au stade infection générale, est en corrélation avec la quantité de virus X.

P. L.

Brakke (M. K.), Black (L. M.) et Wyckoff (R. W. C.). — **The sedimentation rate of Potato yellow dwarf virus.** (Le taux de sédimentation du virus du « yellow-dwarf » de la Pomme de terre). *Ann. J. Botany.*, XXXVIII, 332-342, 1951.

Black et collaborateurs ont publié en 1948 des photographies de particules qui étaient supposées représenter l'*Aureogenus vastans* (préparations issues de *Nicotiana rustica* infectés). Ce travail a pour but de confirmer cette donnée et de servir de guide à l'étude d'autres virus ayant une période d'incubation prolongée chez la Cicadelle, notamment l'*Aureogenus magnivena* (virus des tumeurs de blessures). Le virus du yellow dwarf est plus aisé à étudier étant jusqu'à présent le seul transmissible mécaniquement de plante à plante. L'impossibilité de purifier complètement le virus a conduit à étudier la sédimentation en tube capillaire (2 mm de diamètre interne) ce qui réduit le danger de mélange. La précision des mesures est également augmentée en raison de l'importance du chemin parcouru. Après centrifugation, des échantillons étaient prélevés à différents niveaux et éprouvés au point de vue du pouvoir infectieux. Tous les échantillons prélevés au-dessus d'un certain niveau étaient dépourvus de pouvoir infectieux. La frontière est nette en lumière diffuse. La technique est décrite en détail. Les extraits proviennent du *N. rustica* et sont préparés entre 0° et 3°. Extraction en présence d'un solvant neutre. Concentration par deux centrifugations différentielles à 13 000 tours par minute pendant 1 heure après clarification (10 minutes à 10 000 tours par minute). Les tests de pouvoir infectieux étaient effectués sur le *N. rustica*.

Au cours des essais de vitesse de sédimentation les auteurs ont constaté que les échantillons prélevés au-dessous de la frontière étaient seuls infectieux et contenaient seuls les particules caractéristiques observées au microscope électronique. Il y a donc corrélation entre la frontière et le pouvoir infectieux d'une part et la présence des particules visibles au microscope électronique d'autre part. La constante de sédimentation diminue avec la concentration, ce qui est dû à la viscosité provoquée par les impuretés. La valeur correcte est obtenue en extrapolant à la concentration zéro. D'une courbe à l'autre les valeurs extrapolées sont très voisines. L'étude de la vitesse de sédimentation dans des solutions de sérums montre que la densité de virus hydraté est 1,17. La photographie des particules montre que leur forme varie depuis celle de

sphères jusqu'à celle de courts bâtonnets. Certaines figures suggèrent la présence d'une membrane comme dans le virus de la Psitaccose ou les Bactériophages. La forme des particules est ainsi variable même si l'on tient compte de l'effet variable propre au traitement des préparations.

Si l'on suppose le virus sphérique et sa densité égale à 1,17, le diamètre des particules hydratées, calculé en fonction de la constante de sédimentation est 110 mμ. Au microscope électronique le diamètre varie de 120 à 290 mμ et l'épaisseur peut atteindre 50 mμ mais est souvent inférieure à 30 mμ, dans certains cas les particules sont même si plates qu'on ne voit pas d'ombre. La légère discordance entre les résultats fournis par les deux méthodes et en particulier le fait qu'on trouve un volume plus grand d'après les données de la microscopie électronique qu'en utilisant celles fournies par la Constante de sédimentation (alors qu'on s'attendrait à l'inverse puisque les particules photographiées sont déshydratées) sont discutées et s'expliquent assez bien quand on examine les causes d'erreur des deux méthodes. La densité des particules hydratées (1,17) est plus faible que celle du virus de la Mosaïque du Tabac (1,27) et du virus de la « Southern bean mosaic » (1,25). Ceci est peut-être dû non à une densité intrinsèque plus faible de la substance du virus mais à une hydratation élevée qui expliquerait ainsi la facilité de déformation des particules.

P. L.

BROADBENT (L.). — **Transmission of Potato viruses by aphids and spread in the field.** (La Transmission des virus de la Pomme de terre par les pucerons et leur expansion au champ). *Proc. conf. Potato virus diseases.* Wageningen. Lisse. 13-17 août 1951, 9-13, 1952.

Des essais réalisés en Angleterre ont montré que les contaminations étaient très précoces et se produisaient pour la plupart avant que les symptômes ne puissent être détectés et aussi avant le développement de grandes quantités de pucerons aptères de sorte qu'on est amené à penser qu'elles sont produites par les ailés. Les contaminations par le virus de l'Enroulement présentent une bonne corrélation avec les captures d'ailés de *Myzus persicae*. Dans le cas du virus Y la corrélation était moins bonne en raison du rôle joué par le *Macrosiphum Euphorbiae* et l'*Aphis Rhamni*. Les ailés jouent un rôle primordial aussi bien pour les contaminations à l'intérieur du champ que d'un champ à l'autre.

Les sources de contamination interne se sont montrées plus importantes que les sources de contamination externe. L'importance des repousses est très grande surtout l'année qui suit la récolte et diminue la 3e et la 4e année. L'expansion dans le champ reste locale au voisinage même de la plante source de virus.

Pour délimiter les meilleures zones de production de plant on se basait jusqu'ici en général sur l'altitude. En réalité, d'autres facteurs interviennent, notamment l'éloignement des sources de pucerons hivernants de façon que les migrants ailés soient obligés d'accomplir de longs trajets pour les atteindre. Les régions côtières de l'Ouest ont moins de chances d'être atteintes en raison de la direction des vents dominants. Les montagnes du Nord et de l'Ouest des Iles Britanniques constituent un obstacle au déplacement des pucerons. D'autre part, dans les régions de coteaux le développement des pucerons est retardé dans les vallées par l'air froid qui s'y accumule.

Les pucerons venant des hôtes d'hiver se chargent en virus dans les champs de Pomme de terre et y dispersent ceux-ci. Aux mois de juillet et août, durant la période de dispersion des ailés, des contaminations de champ à champ se

produisent. Des pucerons infectieux peuvent alors atteindre des zones de production de semences, mais le virus Y étant non persistant, seul le virus de l'Enroulement est introduit.

P. L.

HANSEN (S. E.). — **Investigations on Potato virus X.** (Recherches sur le virus X de la Pomme de terre). *Proc. conf. Potato virus diseases.* Wageningen. Lisse. 13-17 août 1951, 28, 1952.

L'auteur insiste surtout sur les avantages de l'utilisation du *Gomphrena globosa* pour les tests. L'inconvénient de cette plante est que l'extériorisation des symptômes est retardée ou empêchée lorsque la température nocturne descend au-dessous de 15°. En hiver il faut en outre une lumière artificielle ; soit une ampoule de 100 W par mètre carré à 65 cm de la tablette. Avec une organisation convenable on peut inoculer 150 à 175 échantillons par jour.

Discussion : BAERECKE indique que le *Physalis floridana* est un bon indicateur de l'Enroulement si l'on utilise un éclairage d'appoint. Les symptômes d'Enroulement apparaissent 5 à 10 j après l'inoculation. Le *Solanum fendleri* et un *Longipedicellata* inconnu réagissent au virus de l'Enroulement par une nécrose totale 14 jours après l'inoculation. ROSS indique que le *P. floridana* n'est pas un bon indicateur pour le virus Y car les symptômes peuvent être confondus avec ceux du virus X. Cependant c'est la meilleure plante test pour distinguer les souches du virus Y par toute une gamme de symptômes allant de la Mosaïque légère à des nécroses générales. Les tests doivent être faits sur des plantes de 5 à 10 cm.

P. L.

DE BRUYN OUBOTER (M. P.). — **A new potato virus.** (Un nouveau virus de la Pomme de terre). *Proc. conf. Potato virus diseases.* Wageningen. Lisse. 1951, 83-87, 19352.

Cette étude concerne la mise en évidence d'un nouveau virus. Celui-ci a été découvert à l'occasion d'essais ayant en vue la préparation d'un immunsérum actif contre le virus A.

Les essais ont été réalisés à partir de Pommes de terre de la variété Industrie infectées par le virus A. Les feuilles étaient broyées dans un hachoir à viande, comprimées dans une presse et l'extrait était centrifugé pendant 20 minutes à une vitesse de 3 000 tours par minute. Des lapins étaient injectés avec l'extrait obtenu (8 injections avec des quantités croissantes de 2 à 8 ml) à intervalles de 2 à 3 jours. Le sérum obtenu avait une limite de dilution de 1/80 en présence d'un jus d'Industrie à une dilution de 1 à 2. On a d'abord pensé qu'il s'agissait d'un sérum anti-virus A. Cependant l'examen de variétés infectées par ce virus a montré de nombreux cas de non concordance entre les réactions et la présence de ce virus. Notamment la variété Bintje hypersensible au virus A donnait parfois des réactions positives. Il en était de même de certaines plantes indemnes de virus A de la variété Industrie. Le sérum étant inactif sur les virus X, Y et de la Mosaïque aucuba, il semblait donc qu'on se trouvait en présence d'un virus nouveau. En même temps certains symptômes avaient attiré l'attention sur la variété Bintje : légère mosaïque, nervures foncées. Des sérums ont été préparés à partir de Bintje présentant ces symptômes. Ces sérums réagissaient avec les Bintje atteintes, mais non avec les Bintje normales. Ils se montrèrent identiques aux sérums obtenus à partir des Industries infectées par le virus A. On se trouvait en présence d'un virus nouveau donnant des

symptômes sur certaines variétés notamment Bintje et Wilpo tandis que la varité Industrie était porteuse sans symptômes. Ce virus a pu être transmis par greffage et photographié au microscope électronique. Les particules ont la forme de bâtonnets. Les sérums étaient épuisés avec des jus de la variété Eigenheimer.

P. L.

KOHLER (E.). — **Zum Nachweis von Kartoffelvirosen im Test pflanzen verfahren.** (Sur la détection des virus de la Pomme de terre à l'aide des plantes tests). *Nach. Bl. Dtsch. Pf Sch Dienst.* (Braunschw) III. 2, 25, 1951.

Les feuilles du *Gomphrena globosa* ne réagissent pas seulement au virus X de la Pomme de terre, mais aussi avec le virus du Ring-spot du Tabac. Les lésions dues au deuxième virus se développent davantage et peuvent être distinguées des premières. Les symptômes apparaissent plus rapidement sur des feuilles détachées placées en boîtes de Pétri à température élevée. On peut trouver exceptionnellement des souches de virus X qui provoquent sur le *Solanum demissum* les mêmes lésions que le virus A (notamment la souche S utilisée par l'auteur pour ses tests). Cependant les lésions provoquées par le virus X se développent incomplètement et ne sont pas circulaires. Le *Solanum demissum* ne réagit pas au virus du Ring-spot qui produit des anneaux sur les feuilles du *Datura Stramonium.*

Sur la base des faits relatés l'auteur estime que les jus des Pommes de terre à tester doivent être inoculés simultanément à de jeunes Tabacs *Samsun* et au *Datura Stramonium* ou au *Gomphrena globosa* en même temps qu'au *Solanum demissum* pour le diagnostic différentiel des virus A, X et Y et du virus du Ring-spot du Tabac.

P. L.

HUTTON (E. M.) et PEAK (J. W.). — **Some strains of Potato virus X and their spontaneous mutation.** (Quelques souches du virus X de la Pomme de terre et leurs mutations spontanées). *Austr. J. of. Scient. res.* IV. 3,223-230, 1951.

MATTHEWS (1949) avait déjà indiqué que les mutations étaient plus fréquentes chez les souches avirulentes du virus X que chez les souches virulentes. Les travaux de l'auteur, effectués sur des souches maintenues chez le *Datura Stramonium* pendant 2 ans, et contrôlées sur le *Gomphrena globosa* et le *Capsicum frutescens*, confirment ce point de vue. Deux var. de *Capsicum frutescens* ont été utilisées : ex. *Haensler* et *World Beater* nº 13. Chez la deuxième des nécroses en anneaux apparaissent sur la feuille inoculée ce qui en fait une plante test excellente. Il y a ensuite généralisation de la maladie. Sur les *Datura* infectés par des souches avirulentes des mutants virulents naissent fréquemment en certains points d'une feuille : une tache jaune apparaît. Si on la découpe on obtient un inoculum qui repiqué sur un autre *Datura* provoque des symptômes graves. La souche avirulente reste présente mais disparaît après quelques repiquages. Ces souches virulentes fournissent davantage de lésions sur le *Gomphrena globosa*. Ces mutants ne paraissent pas se distinguer des souches virulentes habituelles.

L'auteur suppose que les souches avirulentes sont peut-être primitives. Elles passeraient inaperçues jusqu'au moment où elles arriveraient sur hôte favorisant les mutations.

P. L.

DARBY (J. F.), LARSON (R. H.) et WALKER (J. C.). — **Variation in virulence and properties of Potato virus Y strains.** (Variations de virulence et propriétés du virus Y de la Pomme de terre). *Un. Wisconsin. Res. Bull.* 177, 31 p., 1951.

Les auteurs ont constitué une collection de souches du virus Y en provenance des Etats-Unis et de la Grande-Bretagne. La température optimum pour l'expression des symptômes de la « rugose mosaic » était 29°. L'âge optimum des Pommes de terre pour l'inoculation était d'une semaine. Souches maintenues sur hôtes vivants et à 4° sur tissu desséché en présence de Cl_2 Ca. La var. 41956, immune au virus X, a montré toute une gamme de réactions avec le virus Y : avec ou sans symptômes primaires, symptômes secondaires accentués ou légers et, dans de nombreux cas, mort des plantes.

Vingt variétés de Pommes de terre américaines et deux anglaises ont été comparées par inoculation avec les dix-huit souches. On a pu classer ces variétés d'après leur sensibilité moyenne aux 18 souches. Les var. *Snow drift* et *Arran Banner* se sont montrées tolérantes. De nombreuses variétés se sont montrées peu sensibles : symptômes généralement faibles. Cependant certaines peuvent présenter des dégâts graves (*Placid, Cobbler, Majestic, La salle, La Soda, Kennebec, Pontiac, Russet Burbank, Sebago, Green Mountain, Russet Rural, White Rose, Katahdin, Essex*). Enfin des var. telles que *Chippewa, Triumph, Red Warba, White Claed, USDA* 41956 se sont montrées très sensibles (leaf drop streak accentué), l'intensité des symptômes dépend cependant de la virulence des souches utilisées. Certaines variétés sont apparemment immunes à certaines souches. Certaines produisent un *top necrosis* sur certaines variétés. Lorsqu'on replantait les tubercules des plantes atteintes après une période de repos, on obtenait des symptômes qui étaient parfois les mêmes qu'en première année d'infection. Pourtant il y avait en général une tendance à l'accentuation du rabougrissement et de la rugosité tandis que le « *leaf drop* » s'atténuait sauf chez *Cobbler* et *Triumph*.

Les souches isolées se distinguent par le degré de généralisation des symptômes chez le *Physalis floridana*, mais le classement ne correspond pas à celui de la virulence sur Pomme de terre. Le *Lycium rhombifolium* et le *Physalis turbinata* réagissent par des lésions locales. Il n'y a pas généralisation de l'infection chez la première espèce tandis que la généralisation se produit chez la seconde. L'action synergique des virus X et Y sur le Tabac augmente de 16° à 28°. A 16° aucune nécrose ne se produit avec certaines souches du virus Y. La souche ring-spot du virus X est la plus favorable pour mettre en évidence le virus Y. Le virus X a un léger effet inhibiteur sur la production des nécroses sur le Tabac. Celles-ci se développent mieux si le virus X est inoculé 24 heures avant le virus Y. Certaines souches du virus de la Mosaïque du Concombre du « Tobacco streak » et du « Tobacco etch » virus ont fourni des réactions synergiques analogues à celles de X et Y. La détection du virus Y par ce procédé doit donc être recoupée par d'autres techniques. Les *Datura Stramonium, D. meteloides, D. aegyptica, D. fartuoa*, se sont montrés immuns à toutes les souches de virus Y, par contre le *D. metel* était sensible (vein clearing et enroulement des feuilles vers le haut). La prémunition croisée des souches étudiées a été vérifiée. Les réactions sérologiques de toutes les souches se sont montrées uniformes (aucun essai de réactions croisées n'a cependant été réalisé). La température d'inactivation est supérieure à 54° et inférieure à 62° pour toutes les souches. Toutes restent virulentes au moins 6 jours in vitro à 20°-22° mais sont inactivées en 18 jours. La limite de dilution est variable (1/10 000 à 1/750 000

suivant les souches, 1/50 000 à 1/100 000 pour la plupart). Les tissus desséchés à 4° sont restés infectieux 16 mois mais certains échantillons avaient perdu une partie de leur activité.

Les *Physalis virginiana* et le *P. heterophylla* hébergent naturellement le virus dans l'État du Wisconsin (chlorose, léger *vein banding*, légère mosaïque et « *leaf drop* », faible rabougrissement). La lutte contre le virus Y est discutée : usage de var. tolérantes (graves inconvénients) très sensibles à l'infection mais assez résistantes à l'inoculation (ex : Katahdin), inoculation avec une souche peu virulente (graves inconvénients).

P. L.

Pound (G. S.) et Pen Ching Cheo. — **Studies on resistance to Cucumber virus 1 in Spinach.** (Étude de la résistance de l'Epinard au virus 1 du Concombre). *Phytopatho*, XLII, 6, 301-306, 1952.

En 1920 L. B. Smith a signalé la résistance au virus 1 du Concombre de la var. d'Epinard « Virginia savoy », résistance due à un géniteur sauvage asiatique. Par croisement de cette variété avec « King of Denmark » une deuxième variété résistante, « Old Dominion » a été obtenue.

Des études effectuées en vue d'obtenir la résistance chez des variétés de types différents ont montré rapidement que les variétés résistantes succombent rapidement lorsqu'elles sont exposées après l'inoculation à des températures atteignant ou dépassant 28°. D'où l'intérêt d'une étude poussée des conditions de milieu sur la résistance. La variété sensible « Nobel « servait de terme de comparaison. Sur la variété sensible « Nobel » l'élévation de la température de l'air raccourcit l'incubation de la maladie et accélère la mort de la plante (celle-ci est tuée en 80 jours à 16° et en 16 jours à 28°). Cet effet nocif, dû à un processus nécrotique, s'accentue si la température du sol est elle-même élevée. Les jours courts (8 h) et une faible intensité lumineuse retardent la croissance de l'Epinard et augmentent la gravité des symptômes et la rapidité du processus léthal. Sur la variété résistante « Virginia savoy » la résistance se manifestait par des températures atmosphériques de 16° et 20° bien que les plantes ne fussent pas toujours immunes. Elles résistaient cependant et peu étaient infectées. A 28° cette résistance est détruite et les plantes succombent à une nécrose générale qui débute dans le méristène apical. Une exposition de 16 heures par jour à 28° était nécessaire pour obtenir cet effet. Des plantes maintenues à 24° présentaient seulement une Mosaïque légère.

La température élevée du sol ne favorise pas cette acronécrose. Celle-ci était même plus forte lorsque la température était à 16° que lorsqu'elle était à 28° (pour une température atmosphérique de 28°), de plus des plantes développées dans un sol à 28° en atmosphère à 16° sont résistantes. La durée du jour, l'intensité lumineuse et la nutrition de l'hôte ont peu d'effet sur la production de l'acronécrose sur des plantes résistantes, maintenues dans une atmosphère à 28°.

Aux températures inférieures à 28° les plantes de la var. « Virginia savoy » peuvent être infectées, mais le virus n'est décelable que sur un faible pourcentage de plantes et disparaît souvent au bout de quelques semaines. On est amené à penser que la multiplication de virus est inhibée ou que le virus est inactivé. Ces plantes infectées ne manifestent pas d'acronécrose si on les place à 28°.

L'inhibiteur contenu dans les extraits de la var. Nobel est très actif sur les inoculums issus d'autres plantes, et beaucoup moins actif sur le virus développé

sur Nobel bien qu'il soit présent en abondance chez les plantes infectées. Les extraits des plantes sensibles et résistantes ne diffèrent pas quant à leur action inhibitrice sur le virus 1 du Concombre issu du Tabac. La résistance est gouvernée par un gène unique dominant.

P. L.

Pen Ching Cheo et Pound (G. S.). — **Relation of air temperature, soil temperature, photoperiod and light intensity to the concentration of Cucumber virus 1 in Spinach.** (Relation entre la température de l'air, la température du sol, la photopériode et l'intensité lumineuse d'une part et la concentration du virus 1 du Concombre chez l'Epinard, d'autre part). *Phytopatho.*, XLII, 6, 306-310, 1952.

Le dosage du virus par la méthode des lésions locales sur le *Vigna sinensis* à partir d'extraits d'Epinards cultivés à diverses températures atmosphériques et infectés par le virus 1 du Concombre a montré que pour chaque température l'activité du virus présentait un cycle d'activité défini. A 28° la concentration en virus augmente du 2e au 8e jour puis diminue jusqu'à la mort de la plante ou jusqu'au 16e jour. A 24° la concentration en virus augmente jusqu'au 11e jour après l'inoculation et décroît jusqu'à la mort ou jusqu'au 22e jour. A 20° la concentration en virus croît régulièrement jusqu'au 13e jour et décroît jusqu'à la mort ou jusqu'au 30e jour. A 16°, la concentration augmente jusqu'au 15e jour et diminue ensuite. La concentration est très faible au bout de 30 jours et les plantes ne sont pas tuées. La quantité de virus correspondant au sommet de la courbe était plus faible à 16° qu'aux températures plus élevées.

Des observations du même ordre ont été faites sur le Tabac mais la concentration maximum à 16° (obtenue en 23 à 29 jours) était la même que la concentration maximum à 28° (obtenue en 4 à 8 jours). Après le maximum de concentration en virus on observe une décroissance rapide de la concentration qui coïncide avec une guérison clinique partielle. Il y a ensuite une résurgence des symptômes coïncidant avec des maximums secondaires de la concentration en virus. Les intervalles séparant ces cycles sont affectés par la température. Chez l'Epinard la diminution de concentration du virus ne s'accompagne pas d'un affaiblissement des symptômes, mais la plante cesse de croître. Chez le Tabac les cycles successifs semblent en liaison avec la continuation de la croissance.

L'activité cyclique en fonction de la température a été observée pour certains virus de Crucifères par Pound (1949) et Pound et Walker (1945). La longueur du jour, la forte intensité lumineuse favorisent la multiplication du virus.

P. L.

Sill (W. H. Jr) et Walker (J. C.). — **A virus inhibitor in Cucumber in relation to mosaic resistance.** (Sur la présence d'un inhibiteur de virus chez le Concombre et ses relations avec la résistance à la Mosaïque). *Phytopatho.*, XLII, 349-352, 1952.

En 1929 Porter a montré que la variété orientale de Concombre *Chinese Long* était résistante au virus 1 du Concombre. En croisant cette variété avec *Tokyo Long Green*, autre variété orientale, on a obtenu une série de variétés résistantes. Ces variétés, bien qu'exemptes de symptômes pendant la majeure partie de la saison, ne sont pas indemnes de virus. Les auteurs ont cherché s'il y avait une relation entre la distribution des inhibiteurs chez le Concombre et d'autres plantes et la résistance à la Mosaïque.

Les essais ont été réalisés avec la souche Y du virus 1 du Concombre de l'Université de Wisconsin. Les évaluations quantitatives ont été obtenues par la méthode des lésions locales sur le *Vigna sinensis* (*Black cowpea*). Les extraits de Concombre ne donnent qu'un nombre infime de lésions locales, tandis que les extraits de Tabacs infectés en fournissent beaucoup. Si on ajoute du jus de Concombre sain au jus de Tabac infecté on réduit le nombre de lésions dans les mêmes proportions. Ceci indique que le petit nombre de lésions obtenu à partir du Concombre est dû à un inhibiteur. L'inhibiteur existe dans les feuilles vertes, les feuilles mortes, les cotylédons, les tiges, les plantules étiolées, les racines, les graines, les fruits, les fleurs entières de toutes les variétés étudiées. Il est absent ou en quantités négligeables dans les corolles. L'inhibiteur est moins abondant dans les parties décolorées des feuilles mosaïquées que dans les parties foncées. Les extraits de Melon d'eau et d'Épinard étaient fortement inhibiteurs tandis que les extraits de Melon musqué, Courge, Potiron, Cowpea, Tabac, Tomate et *N. glutinosa* ne l'étaient que modérément ou très peu.

Aucun moyen de séparation du virus et de l'inhibiteur n'ayant été découvert, la concentration en virus ne peut pas être déterminée si ce n'est dans les parties chlorotiques de la corolle. Il était impossible de mettre en évidence une corrélation entre l'inhibiteur et la résistance, cependant, chez les plantes malades, il y avait une relation inverse entre la proportion de tissu chlorotique (où l'inhibiteur était en faible quantité et la concentration en virus élevée) et le degré de résistance de la variété. P. L.

Willison (R. S.). — **The effect of some stone fruit viruses on Cucumber.** (L'effet de certains virus des arbres fruitiers sur le Concombre). *Plant Dis. Reptr.*, XXXV, 6, 254-255, 1951.

En 1950 une souche du virus de la Jaunisse du Cerisier et des « tatter leaf viruses » des Cerisiers doux, et les souches 7 du « necrotic ring-spot virus » du Cerisier et 4 du « prune dwarf virus » provenant de Pruniers et de Cerisiers doux ont été transmis à des Concombres (var. Windermoor, Wonder, Chicago Pickling, National Pickling) en frictionnant les cotylédons avec une suspension aqueuse de feuilles jeunes infectées. La souche de jaunisse du Cerisier s'est montrée la plus virulente de toutes, exception faite d'une souche de « necrotic ring-spot». Des symptômes primaires apparaissent sur les cotylédons en 2 ou 4 jours sous la forme de taches vert pâles à chlorotique, et d'anneaux à marge diffuse. Les symptômes généraux (vein-banding et chlorose générale) suivent au bout de 6 à 7 jours. Les premières feuilles se recourbent vers le bas et les bourgeons sont d'ordinaire tués en 8 ou 10 jours. Dans la plupart des séries la majorité des plantes se flétrissaient au sommet et mouraient durant la 2e semaine suivant l'inoculation. En général l'effet léthal du virus était augmenté lorsqu'on repiquait celui-ci de Concombre à Concombre.

Le virus du « tatter leaf » était le moins virulent. Les symptômes primaires étaient en général des anneaux chlorotiques se confondant 8 à 10 jours plus tard avec les symptômes de « vein-banding » et de chlorose. Les cotylédons inoculés persistaient en général plusieurs semaines tandis que ceux inoculés par le virus de la jaunisse mouraient en 7 à 10 jours. Les symptômes généraux apparaissaient lentement (vein-banding, petites taches ou anneaux chlorotiques, rugosités sans déformations importantes de la feuille, raccourcissement des entre-nœuds, croissance retardée). La proportion de transmission du Pêcher au Concombre était de 30 à 40 p. cent, atteignant 70 p. cent ou davantage de Concombre à Concombre mais sans augmentation appréciable de la virulence.

Les symptômes primaires provoqués par le virus de « Plum dwarf » ressemblaient en général à ceux du virus précédent mais dans certains cas les cotylédons persistaient et devenaient anormalement grands et vert foncés. Les symptômes généraux étaient plus précoces que dans le cas de « tatter leaf » (déformations foliaires). Le flétrissement et la mort des sommets des plantes étaient moins fréquents que dans le cas de la Jaunisse du Cerisier. Les différentes souches du virus du « Plum dwarf » présentaient des variations notables de virulence. Une souche du virus du Plum dwarf a pu être transmise à une Gourde (?) (Hubbard squash) et deux souches nécrosantes du virus du Ringspot à des Courges (vegetable marrow) et à des Citrouilles (pumpkins). Il est possible que ces plantes puissent servir d'hôtes différentiels.

P. L.

Tompkins (C. M.) et Severin (H. H. P.). — **Spotted wilt of white, yellow and pink Callas.** (Le « spotted wilt » des Callas blancs, jaunes et roses). *Hilgardia.*, XX, 12, 207-218, 1950.

Le virus du spotted wilt de la Tomate provoque une maladie destructrice chez les Callas blancs, jaunes et roses (*Zantedeschia aethiopica, Z. elliotiana* et *Z. rehonanii*) au Nord de la péninsule de San Francisco et dans la région de la baie de Monterey en Californie. Les symptômes sont les mêmes, mais plus graves sur les roses. L'infection a été notée aussi sur *Arum palaestinum, Z. albomaculata* et *Z. melanoleuca*. Des inoculations par voie mécanique ont été couronnées de succès et la conservation du virus dans les organes végétatifs a été démontrée. Aucune transmission par la graine n'a été observée sur des milliers de semis étudiés à cet égard. La lutte contre la maladie est difficile en raison des sources de virus (autres cultures de Callas et de plantes ornementales variées). On envisage la multiplication de clones sains dans des vallées côtières relativement indemnes de virus.

P. L.

Chamberlain (E. E.) et Fry (P. R.). — **Influence of method of Tomato seed extraction on seed transmission of Tomato mosaic and Tomato Streak.** (Influence du mode d'extraction des graines de Tomate sur la transmission par la graine de la Mosaïque et du streak de la Tomate). *N. Z. J. Sc. Tech. Sect. A.*, XXXII, 2, 19-23, 1950.

Un certain pourcentage de transmissions a été observé en utilisant des semences non nettoyées. Le virus existe d'ailleurs à une concentration relativement élevée à la surface des graines. Si on nettoie celles-ci par fermentation à l'acide chlorhydrique, la quantité de virus est considérablement réduite et on n'observe plus de transmission. L'acide inactive directement le virus, la fermentation ne l'inactive pas mais élimine la pulpe infectieuse. Le virus n'existerait qu'à la surface de la semence et les plantules seraient contaminées pendant ou après la levée.

P. L.

Bawden (F. C.), Chaudhuri (R. P.) et Kassanis (B.). — **Some properties of Broadbean mottle virus.** (Certaines propriétés du virus de la Mosaïque de la Fève). *Ann. appl. Biol.*, XXXVIII, 774-778, 1952.

Une grave maladie à virus atteignant la Fève est attribuée à un virus nouveau provisoirement appelé « Broad bean mosaic virus ». La distribution des

plantes malades suggère l'existence d'un insecte vecteur, mais aucun des insectes testés n'a fourni de résultats positifs. Le virus a par contre été transmis mécaniquement à plusieurs espèces de Légumineuses (*Pisum Sativum, Lathyrus odoratus, Phaseolus vulgaris, Trifolium incarnatum, T. pratense, T. subterraneum, Soja max.*).

Le virus possède un ensemble de propriétés dont la concomitance est peu usuelle. Jusqu'à présent on a toujours observé que les virus aisés à inoculer mécaniquement avaient une limite de dilution beaucoup plus élevée que leur limite de précipitation en présence d'un immunsérum. A l'inverse un jus de Fève infecté a une limite de précipitation de l'ordre de 1/640 et n'est plus infectieux à ce titre (à moins d'utiliser de la célite ce qui amène la limite à 1/1 000). Un autre fait curieux est que la limite de dilution (au point de vue du pouvoir infectieux) dépend à la fois de l'espèce de la plante infectée et de celle de la plante éprouvée. Un jus de Haricot est infectieux pour cette plante jusqu'à 1/100 alors qu'il ne l'est pour la Fève que jusqu'à 1/10 et le jus de Fève est infectieux pour la Fève jusqu'à 1/1 000 et pour le Haricot jusqu'à 1/100. Ceci ne s'accorde pas avec les effets d'inhibiteurs connus ailleurs car l'effet de ceux-ci disparait lorsqu'on dilue les jus.

Les sérums obtenus à partir de jus de plantes infectés de Fève ou de Haricot agissent à la fois sur les protéines normales de ces deux plantes qui sont donc sérologiquement voisines, mais la limite de dilution du sérum en présence de ces protéines n'était que de 1/20 contre 1/80 à 1/320 contre le virus, ce qui évite l'épuisement du sérum pour les diagnostics (il suffit d'utiliser un sérum au 1/30). Le précipité est du type somatique ce qui laisse supposer que les particules du virus sont arrondies. L'inhibition de la précipitation par excès d'antigène est très prononcée, beaucoup plus qu'avec les virus de type somatique éprouvés jusqu'à présent et se rapproche de ce qui se produit lorsqu'on étudie la précipitation de protéines de sérums. Ceci est peut-être dû à la grande solubilité de sérum qui doit alors probablement se combiner à une grande quantité d'anticorps pour s'insolubiliser.

La température d'inactivation est voisine de 95° tandis que le virus s'inactive en 3 semaines à la température du laboratoire.

Le virus est très soluble. La précipitation par le sulfate d'ammonium ne peut être obtenue qu'à partir de 70 p. cent de la saturation et n'est complète qu'à 80 p. cent. Ceci permet de le séparer des protéines normales qui précipitent à 40-50 p. cent de la saturation. La purification est gênée par un pigment noir adhérent aux fractions précipitables et probablement dû à l'oxydation de la tyrosine (prod. de mélanine). Cet effet n'a pu être évité que par absorption sur charbon. La méthode de purification est décrite en détail. (Clarification par centrifugation, élimination des protéines normales par SO_4 $(NH_4)_2$ à 50 p. cent de saturation, précipitation de virus par le même sel à 80 p. cent de saturation. Le précipité est dissous et additionné de charbon à la dose de 3 g pour 100 cm^3 que l'on mélange et qui est éliminé ensuite par centrifugation. On précipite le virus et on le dissout à nouveau puis on dialyse.) On ne perd pas plus de 80 p. cent de l'antigène au cours de ces opérations. Les préparations fraîches sont infectieuses. Au microscope électronique on observe des particules de 17 mμ de diamètre. Aucune hétérogénéité physique n'a pu être mise en évidence. Le produit obtenu est une nucléo-protéine contenant 15,5 p. cent d'Azote, 1,6 de P et 6,5 p. cent de glucides ce qui le rapproche des virus du Bushy Stunt de la Tomate et de la Nécrose de Tabac, de même que de sa solubilité dans toute la zone de pH où il est stable. Par contre sa solubilité dans les solutions de sulfate

d'ammonium n'est pas diminuée par refroidissement, une partie de la nucléoprotéine serait dépourvue en pouvoir infectieux.

P. L.

THUNG (T. H.) et HADWIIDJAJA. — **Grœistof in verband met virusziekte in het bijzonder bij Arachis hypogea.** (Les substances de croissance en relation avec les maladies à virus ; expériences avec l'*Arachis-hypogea*). *Tijdsch. over Plantenzick.* 57e an. 3e aflev, 95-99, 1951.

Une maladie à virus de l'Arachide appelée « witches broom » (balai de sorcière) provoque une réduction des entre-nœuds, une stimulation des bourgeons axillaires et la formation de nombreuses petites feuilles raides. De plus le gynophore perd son géotropisme positif. En raison du rôle de l'auxine sur le géotropisme et de son influence sur l'allongement des entre-nœuds et l'inhibition des bourgeons axillaires, on a entrepris l'étude de l'action inactivante des virus sur les substances de croissance de la plante. GRIEVE a mis en évidence cet effet dans les cas du spotted wilt chez la Tomate. Les expériences des auteurs montrent que l'acide indol β acétique à 10^{-4} supprime la croissance des bourgeons axillaires quand on l'applique sur des Arachides saines préalablement décapitées. Aucun effet ultérieur n'a été obtenu, probablement parce que les plantes utilisées étaient déjà relativement âgées. Cependant des résultats plus précis ont été obtenus avec l'*Ipomoea batatas* atteint de Balai de sorcière et l'*Ageratum conizoides* atteint de Mosaïque. L'application d'acide indol β acétique aux sections de feuilles des plantes malades n'a pas stimulé la formation de racines, tandis que la même application sur des feuilles de plantes saines produit un accroissement plus ou moins rapide des racines. La conclusion générale des auteurs est que, chez les plantes infectées par des virus, les substances de croissance, si elles sont présentes, sont au moins incapables d'exercer pleinement leurs effets.

P. L.

BEEMSTER (A. B. R.) et VAN DER WANT (J. P. H.). — **Serological investigations on the Phaseolus virus 1 and 2.** (Recherches sérologiques sur les Phaseolus virus 1 et 2). *Inst. voor Plantenzick. onder zoek* (*Antonie van Leeuwenhaek*) ; XVII, 285-296, 1951.

Le *Phaseolus virus* 1 est l'agent de la Mosaïque commune du Haricot. Les auteurs n'ont pu l'inoculer à la Fève bien que certains aient signalé la chose comme possible. Certaines variétés de Haricot réagissent par une Mosaïque, d'autres par des nécroses plus ou moins graves (« steengrauw ») et certaines manifestent le « black root ». Le *Phaseolus virus* 2 est le « yellow bean mosaic virus » décrit aux Etats-Unis et signalé en Hollande et Belgique. A l'inverse du précédent, il n'est pas transmis par la graine. Il peut infecter de nombreuses légumineuses et peut même être transporté par le Glaïeul. Certaines variétés de Haricot réagissent par une Mosaïque, d'autres par un *top necrosis* enfin on observe parfois des symptômes voisins de « steengrauw ».

La température d'inactivation, la limite de dilution et la longévité *in vitro* sont les mêmes pour les deux virus soit 58°-10^{-3} et 24 à 48 heures respectivement. Les deux virus sont transmissibles mécaniquement et par des pucerons. GROZAN et WALKER ont signalé une prémunition croisée entre les deux virus, cependant les plantes infectées par le virus 1 sont plus solidement protégées contre le virus 2 que les plantes infectées par le virus 2 ne le sont contre le

virus 1. Ceci paraît indiquer une parenté entre les deux virus. Les auteurs ont tenté de vérifier cette conclusion par des études sérologiques.

Le virus 1 était cultivé sur le Haricot et le virus 2 sur la Fève. Les Lapins étaient inoculés par voie intraveineuse avec un jus clarifié par filtration sur papier et dialysé dans le but d'éliminer d'éventuelles substances toxiques. Les sérums étaient saturés avec des jus de plantes saines (1 vol. de sérum pour 15 vol. de jus sain pour le virus et et 1 vol. de sérum pour 24 vol. de jus sain pour le virus 2).

Des réactions sérologiques positives ont été obtenues avec le virus 1 à condition d'utiliser des jus non dilués et dialysés (en l'absence de dialyse on observe des précipitations spontanées). Les anticorps sont instables. Ils sont inactivés en 3 heures à 37° et à 1° le sérum ne reste actif que 2 à 3 jours. Cependant le titre d'un sérum frais est élevé (1/500 environ). La réaction d'agglutination est délicate à obtenir tandis que la réaction de précipitation se fait bien. Avec le virus 2 on a obtenu des sérums titrant 1/800. La réaction d'agglutina-sérum antivirus 1 donne une agglutination positive en présence du virus 2. Le sérum antivirus 2 donne des réactions faibles ou nulles avec le virus 1. Il y a donc des relations antigéniques entre les deux virus. Des expériences d'inoculation au Haricot avec le *Phaseolus* virus 1 montrent que les jus centrifugés de Haricot ne sont pas infectieux. La partie infectieuse passe dans le sédiment. Ceci confirme les observations réalisées au cours des épreuves sérologiques (seuls les jus non dilués fournissaient des réactions de précipitations positives).

Les auteurs supposent que la difficulté d'obtenir la réaction d'agglutination avec le virus 1 tient à la présence d'un inhibiteur. Bawden et Pirie ont en effet montré la présence d'un inhibiteur de cette nature dans des jus de Tomates atteintes de *Bushy stunt*. Ils ont constaté en outre la présence d'un inhibiteur analogue dans les jus de Haricot. P. L.

Freitag (J. H.). — **Host range of the Pierce's disease virus of grapes as determined by insect transmission.** (Le spectre biologique du virus de la maladie de Pierce de la vigne, déterminé par transmission à l'aide des insectes vecteurs). *Phytopatho.*, XLI, 10, 920-934, 1951.

La maladie de Pierce a été transmise par l'auteur à 75 espèces végétales appartenant à 23 familles. Les inoculations ont été faites à l'aide de trois espèces de Cicadelles *Dracculacephala minerva* Ball, *Hordnia circellata* Baker et *Carneocephala fulgida* Nott. L'infection était contrôlée en plaçant sur les plantes inoculées des Cicadelles non infectieuses qui étaient ensuite déposées sur des Luzernes et des Vignes.

Trente-six espèces appartenant à 18 familles ont été trouvées infectées dans la nature (*Cynodon dactylon, Parpalum dilatatum* parmi les Graminées et en outre *Rubus vitifolius* (Californian Blackberry), *Parthenocissus tricuspidata, Fuchsia, Trifolium repens*, diverses espèces de *Sambucus, Eugenia, Artemisia* et *Baccaris*, etc...). La plupart de ces plantes sont tolérantes.

13 espèces de Légumineuses ont été infectées expérimentalement et comptaient parmi les plantes extériorisant des symptômes. 22 espèces de Graminées ont pu être infectées, dont huit le sont parfois dans la nature. Une espèce de Canne et 19 espèces de mauvaises herbes ont pu être infectées. 16 espèces de plantes ornementales ont été contaminées avec succès. 9 d'entre elles sont des hôtes naturels du virus. La maladie ne se transmet pas par l'œuf chez l'insecte. Les essais d'élevage d'insectes n'ont pas donné de bons résultats.

P. L.

BROADBENT (L.) et TINSLEY (T. X.). — **The spread of lettuce mosaic in the field.** (L'expansion au champ de la Mosaïque de la Laitue). *Ann. appl. Biol.*, XXXVIII, 3, 689-706, 1951.

Deux types d'épidémies ont été observés. Dans l'une la source de virus provenait de plantes issues de graines infectées. Dans l'autre elle provenait de plantes infectées de l'année précédente situées dans le voisinage. Les épidémies du premier type ne sont graves que si les pucerons sont exceptionnellement nombreux. Les cultures d'hiver souffrent par contre souvent beaucoup et constituent des foyers de contamination importants. Les traitements insecticides sont recommandés mais avant le développement des ailés. Trois espèces de pucerons sont communes sur la Laitue : *Nasonovia ribis-nigri*, *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae*. Seules les deux dernières sont des vecteurs efficaces, et surtout le *M. persicae*. Il est important d'obtenir des semences saines. En attendant on peut atténuer les dégâts en plantant les Laitues en blocs larges bien séparés les uns des autres ; les récoltes malades et restes de récoltes doivent être détruits aussitôt que possible ; les cultures d'hiver doivent être traitées avec un insecticide en fin novembre. Les insecticides doivent être utilisés pour empêcher la production d'importantes populations de pucerons particulièrement dans les cultures anciennes. P. L.

WATSON (M. A.), HULL (R.), BLENCOWE (J. W.) et HAMLYN (B. M. G.). — **The spread of Beet yellows and Beet Mosaic virus in the sugar beet root crop. I) Field observations on the virus diseases of sugar-beet and their vectors Myzus persicae Sul Z. and Aphis fabae Koch.** (L'expansion de la Jaunisse et de la Mosaïque de la Betterave dans les cultures de Betteraves sucrières 1) observations au champ sur les maladies à virus de la Betterave et leurs vecteurs *Myzus persicae* SULZ et *Aphis fabae* KOCH). *Ann. appl. Biol.*, XXXVIII, 4, 743-764, 1951.

Les auteurs ont observé de 1940 à 1948 le développement des pucerons et des maladies à virus de la Betterave dans l'Est de l'Angleterre. La proportion de jaunisse augmente en relation avec le nombre de *Myzus persicae* mais non d'*Aphis Fabae*. Le premier puceron paraît ainsi le vecteur de beaucoup le plus important, sinon le seul important de la jaunisse. Le virus de la Mosaïque de la Betterave augmente aussi avec le nombre de *M. persicae* mais la relation est moins étroite et n'exclut pas la possibilité d'autres vecteurs. Ni les pucerons, ni les virus ne sont fortement affectés par les engrais.

La jaunisse est plus abondante dans les régions où l'on cultive des porte-graines, mais au sein de zones à porte-graines, la proximité immédiate de ces derniers ne paraît pas augmenter son importance. Le *M. persicae* est beaucoup plus abondant là où il y a des porte-graines, ce qui favorise le développement de la jaunisse. Le virus de la Mosaïque de la Betterave est plus étroitement associé que celui de la jaunisse avec les porte-graines. La proximité immédiate de ces derniers augmente son importance. Sa non persistance dans l'organisme du secteur explique ces faits. P. L.

OSWALD (J. W.) et HORESTON (B. R.). — **A new virus disease of cereals transmissible by saphids.** (Une nouvelle maladie à virus des Céréales transmissible par des Pucerons). *Plant. dis. reptr.*, XXXV, 11, 471-475, 1951.

Le « yellow dwarf » de l'Orge qui n'atteignait jusqu'à présent que des plantes disséminées s'est répandu en Californie en 1951. Cette maladie se dis-

tingue des autres maladies à virus des Céréales par l'absence de Mosaïque. On observe seulement un jaunissement éclatant des feuilles accompagné de rabougrissement. La transmission mécanique n'a pas été obtenue. Par contre la transmission par les insectes a été réalisée (*Rhopalosiphum maidis*, *R. prunifoliae*, *Macrosiphum granarium* et *M. dirhodum*). Des essais d'inoculation ont montré qu'un rabougrissement du Blé accompagné de chlorose et un rougissement des Orges observés dans les champs étaient dus au même virus.

P. L.

Quantz (L.). — **Untersuchungen über des Erbsen virus 1 (« Enation » Mosaikvirus) I Seine Wirtspflanzen, Ausbreitung und über winterung.** (Recherches sur le Pea virus 1 (virus de la Mosaïque enation) I. Ses hôtes, sa dissémination et son hibernation). *Nachr. Bl. dtsch. Pfl. Sch Dienst* (*Braun Schr*), IV, 2, 24-27, 1952.

La transmission par la graine n'a pu être mise en évidence. Deux hôtes nouveaux ont été observés (Lentille et Lupin jaune). Le Trèfle incarnat et le *Vicia villosa* hébergent le virus de la mi-septembre au début du mois de mai (observations réalisées en 1951 et 1952). Les cultures de plantes sensibles (Pois, Fèves, Vesces) ne doivent donc pas être établies dans leur voisinage, et les mauvaises herbes doivent être détruites le plus tôt possible au printemps. L'auteur donne en outre des détails sur l'évolution des épidémies.

P. L.

Miller (P. W.). — **Wild strawberries as a source of strawberry virus infection.** (Rôle de certains Fraisiers sauvages comme source de virus pour l'infection des Fraisiers). *Plant. dis. Reptr.*, XXXV, 3, 129-130, 1951.

Trois espèces sauvages ont été testées (*Fragaria ovalis*, *F. chiloensis* et *F. vesca*) par greffage sur *F. vesca* ou par colmisation avec des pucerons non viruliféres transportés ensuite sur cet indicateur. Des cas d'infection ont été trouvés sur des *F. chiloensis* dans 5 localités sur 14 et chez le *F. ovalis* dans 7 localités sur 31. Aucun cas n'a pu être détecté sur le *F. vesca*. Les plantes atteintes étaient souvent très loin de toute culture de Fraisier. Sur les deux espèces atteintes le virus était à l'état masqué. L'auteur suppose que ces deux espèces (*F. chiloensis* et *F. vesca*) sont probablement les hôtes originels du virus et constituent en tous cas des réservoirs de virus dangereux pour les cultures voisines. La présence de clones paraissant indemnes pose la question de savoir s'ils sont immuns ou ont échappé à l'infection.

P. L.

Dicker (G. H. L.). — **The biology of the Strawberry aphid, Pentatrichopus fragaefolü (Cock) with special reference to the wingend form.** (La biologie du puceron du Fraisier, *Pentatrichopus fragaefolü* Cock avec une étude spéciale de la forme ailée). *Journ. Hort. Sc.*, XXVII, 3, 151-177.

L'auteur étudie le développement de l'insecte en insectarium. Il envisage les plantes-hôtes, la plus importante étant de beaucoup le Fraisier lui-même (on cite *Potentilla absenina*, *P. sterilis*, *Centranthus runer*). D'une variété de Fraisier à l'autre les pullulations sont très variables. *Huxley* est la plus sensible, suivie de près par *Royal Sovereign*, *Paxtus* et *Early Cambridge ; Tardive de Léopold* et *Perle de Prague* n'hébergent qu'un petit nombre de pucerons et on en trouve encore moins sur *Mme Lefebvre*.

L'évolution du puceron a été suivie avec soin pendant toute l'année dans le Kent et de mai à juillet dans le Hampshire, le Worcestershire et l'île de Ely de 1943 à 1946. Ces études ont montré que deux rythmes distincts existent dans le cycle annuel du puceron. Sur les plantes de première année la population atteint un maximum à la fin de l'été ou au début de l'automne, suivi d'un déclin rapide avec persistance d'une faible population pendant le reste de l'année. Les ailés apparaissent du début de mai à la fin de juin puis en nombres beaucoup plus faibles d'octobre à janvier ou février. Le comportement des formes ailées est discuté et l'auteur étudie le mode d'infestation des planches de Fraisiers. Le déclin rapide des populations en juin sur les planches de plus d'un an est probablement dû surtout à la réduction du nombre et de la qualité des jeunes feuilles, en liaison avec la fructification.

P. L.

KEN KNIGHT (G.). — **The acid test for Phony disease of Peach.** (Le test à l'acide pour la détection de la « phony disease » du Pêcher). *Phytopatho.*, XLI, 9, 829-832, 1951.

En 1933 HUTCHINS avait indiqué un test de la « Phony disease » du Pêcher. Des sections transversales de racines étaient immergées dans une solution obtenue en ajoutant 1 à 5 gouttes d'acide chlorhydrique à 25 cm^3 d'alcool méthylique. La lecture était réalisée après 3 à 5 minutes de contact. Les tests positifs étaient caractérisés par de nombreux points violets bien distribués dans le bois. Ultérieurement HUTCHINS et COCHRAN (1951) ont indiqué que la tige peut réagir mais donne moins de sécurité que la racine. Les points rouges violacés qui apparaissent dans le bois traité correspondent à des vaisseaux bouchés ou aux parois épaissies de cellules compagnes décrites par ESAU (1948). Sur des sections colorées au vert d'iode certaines taches sont visibles sans grossissement sous forme de points vert foncé sur un fond plus clair.

Le test peut être réalisé avec n'importe quel acide fort. L'auteur recommande une concentration en acide chlorhydrique plus élevée que celle indiquée par HUTCHINS (1 partie d'acide chlorydrique du commerce pour 4 parties d'alcool méthylique). D'excellentes images sont fournies par des solutions concentrées d'acides oxalique, citrique, succinique, tartrique et malique dans l'alcool méthylique à une température de 20°, 25° en fioles bouchées (quelques minutes à plusieurs heures). L'acide lactique (85 p. cent) donne une bonne image en une nuit.

P. L.

BRIERLEY (P.), PARKER (M. W.) et BORTHWICK (H. A.). — **High intensity artificial light improves winter expression of stunt symptoms in Mistletoë Chrysanthemums.** (Une lumière artificielle de forte intensité améliore, en hiver, l'extériorisation des symptômes du « stunt » sur les Chrysanthèmes de la variété Mistletoë). *Phytopatho.*, XLII, 6, p. 341, 1952.

Les Chrysanthèmes de la variété Mistletoë infectés par le virus de stunt présentent des taches jaunes sur leurs feuilles au printemps. Ces plantes ne développent que des taches faibles ou nulles en serre durant l'hiver lorsqu'on augmente de 6 heures la durée de jour avec des lampes de 100 W, donnant 30 à 60 bougies pieds au niveau des feuilles. Les symptômes apparaissent au bout de 3 semaines si on triple l'intensité lumineuse (lampe de 300 W). Les symptômes se développent nettement si on expose les plantes seulement 48 heures à un

jour de 16 heures fourni par une source artificielle fournissant 2 000 bougies pieds (90 p. cent fournis par lampe à arc au carbone et 10 p. cent par lampe à incandescence). Au bout de 3 à 12 jours de cette lumière la torsion des feuilles et le nombre de taches augmentent. Une photopériode de 12 heures est presque aussi active qu'une de 16 heures. Lorsque la plante est soumise alternativement à intervalles de quelques jours à une lumière artificielle de forte intensité et à la lumière naturelle de l'hiver en serre, il se forme des zones successives de symptômes exprimés et masqués.

P. L.

A. (F. W.). — **Testing for Chrysanthemum mosaic.** (Diagnostic de la Mosaïque du Chrysanthème). *Gdnrs' Chron. Ser.*, III, 132, 3418, p. 14, 1951.

Test du virus de la Mosaïque du Concombre sur le Chrysanthème. Broyage de 3 à 4 feuilles avec 1/2 cuiller à dessert de solution de sulfite de sodium. Inoculation du *Nicotiana glutinosa* avec carborundum. Mosaïque sur cette plante en 10 à 30 j. suivant la saison.

P. L.

Ames (R. W.) et Thornberry (H. H.). — **Carnation mosaic virus : properties and electron microscopy.** (Le virus de la Mosaïque de l'Œillet : propriétés et microscopie électronique). *Phytopatho.*, XLII, 6, 289-291, 1952.

La Mosaïque de l'Œillet est une maladie grave et insidieuse car ses effets peuvent passer inaperçus jusqu'au moment où un lot est complètement infecté et inutilisable pour la multiplication.

Les auteurs décrivent la méthode de purification qu'ils ont utilisée. Le jus infectieux est amené au pH4 et filtré sur célite. Le précipité retenu par la célite est repris par une solution de phosphate tampon au pH 7,2. Le virus est sédimenté ensuite par centrifugation (première centrifugation de 30 minutes à 50 000 g, le sédiment est repris dans un tampon au pH 7,2, la solution obtenue est laissée au repos une nuit à 3°, on clarifie en centrifugeant à 580 g pendant 15 minutes et le liquide surnageant est ensuite soumis à une gravité de 15 000 g pendant 15 minutes). Le sédiment obtenu est utilisable pour l'examen au microscope électronique. La technique utilisée pour effectuer les préparations est décrite. La température d'inactivation du virus dans un jus infectieux est de 63° à 68° en 15 minutes. L'inactivation du virus par la chaleur dans les boutures est inefficace en raison de ses effets phytocides (en accord avec Jones et Thomas). Thomas a signalé une inactivation *in vivo* en 14 jours avec une moyenne de 40°. Le virus contenu dans les jus infectieux reste actif 6 heures lorsque le pH est contenu entre 4 et 9. Les pH les plus favorables à l'inoculation sont compris entre 5 et 8. La limite de dilution du virus dans les extraits de feuilles était 1/1 000 et dans les extraits de fleurs 1/500. Tous ces tests étaient effectués en inoculant le *Dianthus barbatus*. Les préparations infectieuses obtenues par ultracentrifugation contiennent des particules arrondies de 31 mμ de diamètre qui n'existent pas dans les extraits de plantes saines. La présence de ces particules paraît bien liée au pouvoir infectieux. Ces particules paraissent bien représenter le virus lui-même.

Les auteurs ont eu connaissance, en cours de publication, des travaux de Noordam, Thung et Van der Want sur le même sujet. Ils constatent que ces auteurs ont observé des particules de même dimension (33 mμ), mais la dilution limite est plus élevée (10^{-5} au lieu de 1 000) et la température d'inactiva-

tion atteint 88° à 90°. On peut se demander si les deux virus étudiés sont fondamentalement distincts ou s'ils représentent deux souches d'une même entité spécifique.

P. L.

Baker (R. R.) et Thomas (D. D.). — **Root transmission of the Carnation mosaic virus.** (Transmission par les racines du virus de la Mosaïque de l'Œillet). *Res. in. J. Colo. Wyo. Acad. Sci.*, IV, 2, p. 160, 1950.

La transmission par contact de racines d'Œillets malades ou *Dianthus barbatus* utilisés comme indicateurs a été observée dans trois expériences avec des pourcentages de transmissions atteignant respectivement 58, 72, et 100 p. cent. Les contaminations par insectes paraissent avoir été évitées.

P. L.

Smith (K. M.). — **Some garden plants susceptible to infection with the Cucumber mosaic virus.** (Certaines plantes de jardins sensibles à l'infection du virus de la Mosaïque du Concombre). *J. R. Hort. Soc.*, LXXVII, 1, 19-21, 1952.

Sur les *Anchusa* les symptômes du virus de la Mosaïque du Concombre consistent en lésions annulaires et en taches de couleur plus pâle. La Primevère sauvage (*Primula vulgaris*) est souvent infectée dans les jardins : déformations foliaires. Les Bégonias, Campanules et Buddleias sont sensibles. Le *Daphne Mezereum* est particulièrement sensible. Les feuilles présentent une mosaïque marquée avec tendance à la formation d'anneaux et les fleurs sont rares ou absentes. La maladie à virus du *Phlox* provoque sur le Concombre une mosaïque différente de celle qui est provoquée par le vrai virus de la Mosaïque du Concombre. Le virus de la Mosaïque du Chrysanthème, transmis expérimentalement, provoque une maladie grave sur la Capucine et peut également infecter *Phlox drummondii*, *Zinnia*, *Helichrysum*, Giroflée, *Primula sinensis* (var. *Stellata*) Laitue, Soja.

P. L.

ZOOLOGIE AGRICOLE

Barnett (S. A.) et Spencer (M. M.). — **Feeding, social behaviour and interspecific competition in wild rats.** (Recherche de la nourriture, comportement social et compétition interspécifique chez les Rats sauvages). *Behaviour*, vol. 3, n° 3, 229-242, 1951.

Les auteurs lâchaient des groupes de Surmulots dans une pièce à l'épreuve du rat de 16 m² de surface, dans laquelle se trouvaient des emballages et des sacs permettant aux rongeurs de faire un nid. Le blé, le chou et le foie offerts en nourriture sont en général mangés dans ou à proximité du nid ; la farine est mangée au point d'appâtage. Le stockage du blé n'a été observé qu'une seule fois. Il semble que dans chaque colonie de rats, le comportement de la colonie soit réglé par un individu, le pionnier, qui est le seul à prospecter les ressources nouvelles en nourriture ; la visite d'un nouveau point par le pionnier déclenche sa fréquentation par toute la colonie. La défiance à l'égard d'objets ou de conditions nouvelles dans leur territoire est rapidement surmontée surtout si les rats sont affamés. Pour le transport de la nourriture au nid, il n'y a pas de coopération entre les membres d'une même colonie mais, au contraire, dispute de la

nourriture lorsque le morceau est gros. Les rats étrangers à la colonie sont expulsés du nid et chassés du point d'alimentation. Cet antagonisme se manifeste aussi entre Rat noir et Surmulot et, dans une expérience conduite à la fois sur les deux espèces, les Rats noirs furent chassés de leur nid par un Surmulot de forte taille mais tous se retrouvaient au point d'alimentation où leur agressivité ne se manifestait que par des attitudes et non par un pourchassement.

J. G.

Young (H.), Neess (J.) et Emlen (J. T.). — **Heterogeneity of trap response in a population of house mice.** (Hétérogénéité des résultats de piégeage au sein d'une population de Souris domestiques). *The journal of Wildlife Management*, vol. 16, nº 2, 169-180, 1952.

L'auteur a analysé par les méthodes statistiques les résultats du piégeage qu'il affectua en deux endroits distincts, les souris capturées étant marquées et relâchées. La réponse au piégeage n'a pas été la même dans les deux populations. La variation des recaptures avec le temps et celle du délai séparant la capture de la recapture ne sont pas ce que la théorie laisserait prévoir. Il y a donc intervention d'un facteur autre que le hasard ; l'auteur élimine, d'après ses données, un certain nombre de causes auxquelles on pourrait songer, notamment l'accoutumance au piège des sujets déjà capturés.

J. G.

Sparks (W. C.). — **The feeding habits of mice as correlated with the specific gravity of the stem and bud ends of potato tubers.** (Les habitudes alimentaires des souris et leur relation avec le poids spécifique du talon et de la couronne des tubercules de pomme de terre). *Proc. americ. soc. hort. Sci.*, vol. 58, 288-290, 1951.

L'auteur constate expérimentalement qu'à de très rares exceptions près, les tubercules de pomme de terre sont toujours attaqués au talon par les souris; en outre, ce sont les tubercules de forte densité qui sont préférés à ceux de basse densité. Il pense donc que la substance hypothétique qui attire les souris a sa présence liée à celle de l'amidon.

J. G.

Glass (B. P.). — **Factors affecting the survival of the plains muskrat, ondatra zibethica cinnamomina, in Oklahoma.** (Facteurs influençant la survie du Rat musqué dans l'Oklahoma). *The Journal of Wildlife Management*, 16, nº 4, 484-491, 1952.

La forme de Rat musqué étudiée par l'auteur occupe les grandes plaines centrales de l'Amérique du Nord. Son développement en Oklahoma a été favorisé ces dernières années par la création de nombreux étangs. L'installation du Rat musqué dans ces étangs dépend d'abord de l'abondance de nourriture de la pureté des eaux et des fluctuations du niveau d'eau. Durant les mois d'hiver la nourriture de ce rongeur est constituée par des rhizomes de Najas, Typha, Nelumbo et aussi de deux plantes importées : Sorghum helapense et Cynodon dactylon. Il mange aussi des tortues et des anodontes. Les Rats musqués ne semblent pas creuser de terrier quand le niveau d'eau est suffisamment constant et que les matériaux sont abondants. Les dégâts aux digues de retenue sont fréquents mais peuvent être réduits par certains dispositifs de construction.

J. G.

Shanks (C. E.) et Arthur (G. C.). — **Muskrat movements and population dynamics in Missouri farm ponds and streams.** (Mouvements des Rats musqués et dynamique de leur population dans les étangs d'élevage et sur les cours d'eau du Missouri). *The Journal of Wildlife Management*, vol. 16, nº 2, 138-148, 1952.

Les observations ont été faites dans 9 étangs servant à l'élevage du Rat musqué ainsi que sur 13 km de cours d'eau. 370 individus ont été piégés vivants puis relâchés après marquage. Dans les étangs, on n'observe qu'une seule portée de jeunes par an ; les Rats musqués vivant dans les petits étangs ont moins tendance à migrer que ceux qui vivent dans les grands ; les mâles sont rarement trouvés avec leur famille ; il n'y a pas de corrélation entre la végétation d'un étang et son utilisation par les Rats musqués. Les populations de Rat musqué migrent d'étang à étang à l'automne et au printemps principalement ; l'émigration l'emporte sur l'immigration ; au contraire, sur les cours d'eau, les Rats musqués ont un comportement territorial marqué ; le territoire atteint son maximum d'étendue en été.

J. G.

Ingles (L. G.). — **The ecology of the mountain pocket gopher, Thomomys monticola.** (Ecologie du Rat à bajoues des montagnes, *Thomomys monticola*). *Ecology*, vol. 33, nº 1, 87-95, 1952.

Pendant 4 ans, l'auteur a étudié ce rongeur dans la Sierra nevada. Ce travail concis mais très complet analyse les principaux traits de la biologie de cet animal (territoire, populations, longévité, etc...). Cette espèce qui nous semble pouvoir se rapprocher du point de vue biologique de notre campagnol terrestre des montagnes (*Arvicola terrestris monticola*), loin d'être nuisible aux prairies, semble jouer un rôle utile pour l'évolution des sols et la rétention de l'eau.

J. G.

Henning (W. L.). — **Method for keeping the eastern mole in captivity.** (Méthode pour conserver la Taupe en captivité). *Journal of Mammalogy*, vol. 33, nº 3, 392-395, 1952.

Sont décrits 2 types de cages utilisées par l'auteur pour la conservation des Taupes en captivité ; la nourriture donnée était constituée surtout par de la viande ; la reproduction n'a pas été obtenue.

J. G.

Stephens (M. N.). — **Seasonal observations on the wild rabbit (Oryctolagus cuniculus cuniculus L.) in West Wales.** (Observations saisonnières sur le Lapin de garenne dans l'ouest du Pays de Galles). *Proc. Zool. Soc.* London, 2e partie, 417-434, 1952.

Les observations ont été effectuées sur plus de 7 000 individus. L'étude du poids vif montre que les mâles ayant atteint leur développement complet pèsent 32 g de plus que les femelles au même stade. La période de reproduction va de janvier à juin mais durant le reste de l'année il peut y avoir une reproduction sporadique. Le nombre moyen d'embryons est de 4,36, croissant de 3,39 en janvier à 5,70 en juin. La proportion de mâles et de femelles est sensiblement la même avant et après parturition. Les embryons femelles sont plus fréquents dans la corne utérine gauche que les embryons mâles et inversement

dans la corne droite. 30 p. cent des Lapins examinés avaient des vers parasites de l'intestin, 3,5 p. cent des Coccidies dans le foie et 1,35 des Douves du foie.

J. G.

EADIE (W. R.). — **Shrew predation and vole populations on a localised area.** (L'action prédatrice des Musaraignes et les populations Campagnols en un lieu déterminé). *Journal of Mammalogy*, vol. 33, n° 2, 185-189, 1952.

Durant 5 années, l'auteur a suivi la densité de population d'une Musaraigne (*Blarina brevicauda*) et d'un Campagnol (*Microtus pennsylvanicus*) sur une surface de 60 ha. Le Campagnol constitue une part importante de la nourriture de la Musaraigne à l'automne et en hiver. L'auteur note qu'une diminution prolongée de la population de campagnols a été accompagnée d'une augmentation marquée de celle des Musaraignes, le nombre des insectivores atteignant ou même dépassant celui des Rongeurs. Il n'est pas permis de conclure à une corrélation entre les deux faits, mais il n'est pas exclu que nous ayions là un exemple de relation entre prédateur et proie, en raison de l'activité particulièrement élevée du prédateur.

J. G.

SEALANDER (J. A.). — **The relationship of nest prorection and hudling to survival of Peromyscus at low temperature.** (Rôle de la protection des nids et du groupement des individus dans la résistance des *Peromyscus* aux basses températures). *Ecology*, vol. 33, n° 1, 63-71, 1952.

L'auteur montre que la garniture des nids effectuée par les *Peromyscus* ainsi que le groupement des individus dans un même nid, permet à ces petits Rongeurs de résister sans eau et sans nourriture à des froids pouvant atteindre — 23°C. Les herbes naturelles assurent dans les nids une protection supérieure à celle fournie par le coton ou la sciure de bois.

J. G.

SEALANDER (J. A.). — **Food consumption in Peromyscus in relation to air temperature and previous thermal experience.** (Relation chez *Peromyscus* de la consommation de nourriture avec la température de l'air et avec le changement de température). *Journal of Mammalogy*, vol. 33, n° 2, 206-217, 1952.

L'auteur a opéré sur 3 espèces de petits Rongeurs appartenant au genre *Peromyscus*. A une même température, la consommation de nourriture varie avec l'espèce. Un changement soudain de température amène un réajustement de la consommation qui se fait en 8 à 12 jours aux basses températures et en 15 jours aux hautes. Les animaux habitués aux hautes températures, ont, après changement de la température, une consommation plus élevée que ceux habitués aux basses ou moyennes températures.

J. G.

PETTER (F.). — **Note préliminaire sur l'éthologie et l'écologie de Psammomys obesus** CRETZSCHMAR. *Mammalia*, 16, n° 3, 137-147, 1952.

L'auteur a pu observer ce Rongeur dans le Sud-Oranais. Le terrier est creusé dans les buttes de sables qui se forment au pied des touffes de végétation. Suivant l'importance de ces touffes la forme générale du terrier peut très nota-

blement changer. C'est la lumière qui semble être le principal facteur limitant de l'activité de *P. obesus*. Il est intéressant de noter que cet animal des régions subdésertiques s'adapte très mal aux aliments secs comme les grains ; seuls ceux très riches en eau lui conviennent. J. G.

BALDWIN (P. H.), SCHWARTZ (C. W.) et REEDER SCHWARTZ (E. R.). — **Life history and economic status of the mongoose in Hawaii.** (Biologie et rôle économique de la Mangouste aux îles Hawaii). *Journal of Mammalogy*, vol. 33, nº 3, 335-356, 1952.

Les auteurs étudient l'habitat, la morphologie, la distribution géographique, les mœurs, le régime alimentaire et les ennemis de la Mangouste, *Herpestes auropunctatus auropunctatus Hogdson*. Puis ils discutent la question du rôle économique de ce carnassier, notamment en comparant la situation dans les îles où la Mangouste a été importée à celle des îles où elle n'existe pas ; il leur paraît peu évident que la Mangouste ait un rôle réellement important sur les populations de Rongeurs et sur celles des Oiseaux. J. G.

LLEWELLYN (L. M.) et UHLER (F. M.). — **The Foods of Fur animals of the Patuxent research refuge Maryland.** (Régime alimentaire des animaux à fourrure du Patuxent research refuge (Maryland). *The Midland american naturalist*, vol. 48, nº 1, 193-203, 1952.

L'examen a porté sur 300 contenus stomacaux d'animaux morts et sur 560 laissées d'animaux pris vifs au piège. Le matériel a été recueilli pendant une période d'un an environ. Les résultats des analyses sont résumés dans des diagrammes. Les espèces étudiées ont été le Renard rouge, le Renard argenté, le Raton laveur, le Vison, l'Opposum, le Skunks et le Chat domestique.
J. G.

GUNDERSON (H.). **How the Sioux City Stockyard controlled its rat population.** (Comment les entrepôts de Sioux City se sont débarrassés de leurs rats). *Pest control magazine*, 46-48, 1952.

Les entrepôts de Sioux City couvrent 280 hectares. En 1944, lorsqu'une action concertée des intéressés fut décidée, la population de rats y vivant était estimée à 700 000 individus et leurs dégâts annuels à 3 millions de dollars. La première intervention coordonnée fut faite en octobre 1944 avec des appâts à la scille ; l'efficacité fut supérieure à 66 p. cent. Depuis, chaque année il fut fait un traitement en mai avec des appâts à la scille et un en juillet avec des appâts à l'antu. De 1945 à 1950, la population de rats fut ainsi progressivement abaissée au-dessous de 100 000 individus. En 1951, 700 postes permanents d'empoisonnement furent mis en place ; le toxique utilisé fut la warfarine. Le nombre des rats en 1952 est pratiquement nul ; 1 000 postes permanents sont maintenus aux points possibles de réinfestation. Il est à noter qu'en même temps que les destructions étaient menées un effort très sérieux de prératisation des bâtiments avait été fait. J. G.

ANONYME. — **Forsogsudryddelse af Rotter.** (Expérience d'éradication de rats). *publié par l'indenrigsministeriet*, 20 p., Copenhague 1952 (en Danois, résumé en Anglais).

Dans une première expérience conduite dans l'île de Bogo qui a 1 300 ha de superficie et possède 346 maisons, on a utilisé tout d'abord une culture

microbienne, dénommée « Mortaline ». Du mois de novembre au mois de janvier inclus, il fut employé 750 litres de culture microbienne et 700 kg de pain. 60 p. cent des habitations furent ainsi débarrassées des rats. Un traitement complémentaire avec appâtage préalable fut alors effectué avec du sulfate de thallium. L'appât utilisé était constitué par des recoupes imbibées d'une solution à 0,5 p. cent de toxique. Les résultats apparaissent très satisfaisants.

Dans une deuxième expérience, c'est une poudre-poison à 5 p. cent d'antu qui fut utilisée sur un tas d'ordures ménagères de 2 ha. 6 applications de poudre-poison furent faites en 5 semaines. Après chaque application on constata une diminution du nombre des terriers en activité et l'efficacité est estimée à 95 p. cent, mais l'éradication totale des rats avec ce procédé semble impossible en raison de la résistance acquise de certains rats à l'égard de l'antu.

J. G.

GIRARD et CHAVANNE. — **Lutte contre les rongeurs. Emploi de produits nouveaux.** *Revue du Corps de Santé militaire*, 8, n° 2, 180-211, 1952.

C'est une revue particulièrement documentée des connaissances récemment acquises sur l'utilisation soit comme répulsif, soit comme toxique d'un certain nombre de corps chimiques. Parmi les toxiques d'ingestion étudiés nous citerons : l'Antu, le monofluoroacétate de sodium, le 2 chloro-4 diméthylamino-6 méthylpyrimidine, les dérivés coumariniques anticoagulants, le D.D.T. et le D.A.S. Cet article basé sur une bibliographie importante rassemble de façon condensée et très précise beaucoup de données sur la toxicité de ces produits à l'égard des Rongeurs et des animaux, sur leur mode d'emploi, sur leur mode d'action physiologique et sur les dispositions légales qui en réglementent l'emploi en France.

J. G.

FRANK (F.). — **Ueber eine vorbeugende Feldmausbekämpfung und Erfahrungen mit verschiedenen Giftgetreide sorten.** (Lutte contre les petits rongeurs des champs et essai de divers grains empoisonnés). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 4, n° 6, 85-90, 1952.

Une lutte contre les petits Rongeurs des champs a été entreprise dans la région des marais de la Weser à l'aide de grains empoisonnés. Le traitement fut effectué durant l'automne précédant l'année présumée de la pullulation. Le succès fut complet et les semis dans la zone traitée furent sauvés alors que dans la zone de contrôle les dégâts pouvaient s'évaluer de 20 à 100 p. cent du semis.

Un grand essai fut conduit sur plus de 700 hectares pour comparer l'efficacité de grains commerciaux, les uns au phosphure de zinc et les autres au dérivé chloré de la pyrimidine. La durée de conservation de ces spécialités commerciales s'est révélée limitée. Epandue dans les champs très humides une certaine spécialité au phosphure de zinc a résisté mieux à l'humidité que celle à base du dérivé de la pyrimidine. Les Rongeurs crèvent dans leurs terriers avec le phosphure de zinc et au dehors avec le dérivé de la pyrimidine. Il n'a été observé de mortalité chez le gibier et les oiseaux ni avec l'un ni avec l'autre des produits.

J. G.

Nelis (P.), Lafontaine (A.), Cleempoel (S.), Van den Bruel (W. E.) et Moens (R.). — **Essais de destruction des Rats musqués par des techniques bactériologiques.** *Parasitica*, 8, n° 2, 58-67, 1952.

La souche *Salmonella enteriditis*, variété Danysz de l'Institut Pasteur de Paris a été adaptée au Rat musqué. Le lâcher dans des zones infestées de Rats musqués contaminés par injection à l'aide de cette souche spécialisée, a amené dans 4 cas sur 5 la disparition du Rat musqué dans ces zones-là. Dans les animaux lâchés et retrouvés morts, la Salmonella se retrouve facilement mais dans les autres cadavres trouvés, on n'a pas pu l'identifier. Deux essais effectués avec des appâts contaminés à l'aide de la même souche ont été négatifs.

J. G.

Henning (W. L.). — **Studies in control of the prairie mole Scalopus aquaticus machrinus (Rafinesque).** (Études sur la lutte contre la Scalope aquatique). *The Journal of Wildlife Management*, 16, n° 4, 419-424, 1952.

L'auteur a expérimenté divers produits pour la destruction de la Scalope aquatique qui est la Taupe la plus communément répandue en Amérique du Nord. Il a opéré dans des terrains enclos de grillage avec des Taupes captives et surtout en plein champ sur des terrains de golf où l'observation de l'activité de ces Insectivores est particulièrement aisée.

Dans une première série d'essais il a expérimenté comme poudre-poison des poudres pour poudrages et pour bouillie à base d'insecticides chlorés de synthèse. Celles à 25 p. cent d'aldrine, à 25 p. cent de dieldrine et 15 p. cent de parathion se sont révélées toxiques sur les Taupes captives mais inefficaces en nature ; celles à 12 et 25 p. cent d'isomère gamma H.C.H. ainsi que celles à 5 et 50 p. cent de D.D.T., d'heptachlore, de chlordane et de methoxychlore sont inactives aussi bien en captivité qu'en nature ; la plupart de ces insecticides manifestent d'ailleurs une action répulsive. Employant les gaz les résultats n'ont été que partiels avec les hydrocarbures chlorés (il s'agit sans doute du trichlorethylène), avec le gaz sulfureux, l'oxyde de carbone et l'hydrogène sulfuré ; ils ont été nuls en raison d'une action répulsive nette, avec la chloropicrine et le cyanure de sodium. De façon générale l'auteur pense que l'emploi des gaz ne peut être couronné de succès que s'ils sont injectés dans le terrier à proximité immédiate du nid et surprennent la Taupe avant sa fuite. Des spécialités commerciales, prêtes à l'emploi, composées d'un appât végétal et d'un toxique, ont été essayées. Celles contenant 5 p. cent d'anhydride arsénieux, 0,3 p. cent de ricine et 0,5 p. cent de strychnine se sont révélées inefficaces. Seule une spécialité à base d'arachide crue et contenant 1 p. cent de thallium s'est montrée efficace.

La dernière série d'essais a été effectuée en se servant comme appât de vers de terre dont les segments antérieurs avaient été coupés ; ces vers étaient saupoudrés de matière toxique et placés dans les galeries. Des vers saupoudrés d'une matière à 0,5 et 5 p. cent de warfarine ou 4 p. cent de thallium n'ont donné que des résultats médiocres. Dans les mêmes conditions des poudres de scille rouge de DL 50, 200 et 500 mg par kg, se sont révélées complètement inefficaces. Seuls des vers saupoudrés de strychnine ou d'une poudre à 2,5 p. cent de monofluoracétate de sodium, se sont révélés totalement et régulièrement efficaces.

J. G.

LOCKLEY (R. M.). — **The problem of Rabbit control.** (Le problème de la lutte contre le Lapin). *West Wales Field Society, 14 th Annual Report*, 12-16, 1952.

L'auteur, s'appuyant sur son expérience, personnelle et sur divers auteurs, pense que les pièges utilisés pour la capture des Lapins sont d'efficacité insuffisante pour assurer une destruction satisfaisante des Lapins ; en outre, il apparaît que pour 24 Lapins capturés au piège, il y a un autre animal sauvage (gibier, oiseaux, etc...) de détruit ; le modèle de piège utilisé provoque beaucoup plus que les autres moyens de destruction (cyanure de calcium, furetage, etc...) des souffrances inutiles aux captures. Pour ces raisons, l'interdiction d'emploi des pièges à Lapin est envisagée en Grande-Bretagne. J. G.

HOWARD (W. E.) et HJERSMAN (H. A.). — **Deer repellent sprays not harmful to foliage on two-year-old trees.** (Inocuité à l'égard des arbres de deux ans, des bouillies répulsives utilisées contre les cerfs). *Journal of Wildlife Management*, vol. 16, nº 3, 390-391, 1952.

Cinq produits commerciaux dont l'un au moins nous semble à base du complexe organo-zincique dénommé Zac en abrégé, ont été pulvérisés sur des arbres fruitiers à la dose préconisée et à la dose double ; les traitements furent répétés plus rapidement qu'il n'est nécessaire dans la pratique. Quelques dommages très légers ont été relevés dans certains cas sur le feuillage.
J. G.

TURCEK (F. J.). — **Stratification des populations aviaires au sein d'une quercetocarpineteraie de la Slovaquie méridionale.** *Sylvia*, 13, nº 3, 71-86, 1951 (en tchèque, sommaire en anglais).

L'auteur a poursuivi ces recherches de 1946 à 1950. Il montre tout d'abord que verticalement, d'après l'emplacement du nid, on peut distinguer 5 étages de répartition des espèces : le sol, les buissons, le tronc et la couronne des arbres, enfin l'espace aérien. Après avoir proposé et discuté certains indices tendant à rendre compte de la répartition des genres et des espèces, ces dernières étant au nombre de 74, il indique que la densité de population est 2 038 oiseaux par 100 hectares en été et le poids vif par unité de surface (toujours 100 ha) de 141 042 g. Il étudie la fluctuation saisonnière de ces indices. Le poids vif par 100 ha semble très faible à l'auteur par comparaison avec celui des autres animaux du même milieu. C'est ainsi que d'après lui, il y aurait 600 kg de chenilles de Liparis et 30 kg de Mulots par 100 hectares. J. G.

MOSANSKY (A.). — **Nidification du Freux (Corvus frugilegus) sur des édifices.** *Sylvia*, 13, nº 4, 132-133, 1951 (en tchèque, sommaire en anglais).

Cette note signale le cas tout à fait exceptionnel de la nidification de Freux dans un édifice. En 1944, 10 à 15 couples s'établirent sur la flèche de la cathédrale de Kosice (Slovaquie) et leur nombre va croissant. J. G.

DROST (R.) et SCHUZ (E.). — **Europäische Rauscwalben (Hirundo rustica) in Afrika.** (L'Hirondelle des cheminées en Afrique). *Die Vogelwarte*, 16, nº 3, 95-98, 1952.

De la carte qui accompagne la liste des reprises récentes faites en Afrique, il ressort que les reprises faites en Afrique du Nord sont celles d'Hirondelles des

cheminées originaires d'Allemagne, de Belgique et des Pays-Bas. En Afrique occidentale et équatoriale ce sont les reprises d'oiseaux allemands qui dominent, et celles des oiseaux de Grande-Bretagne en Afrique du Sud.

J. G.

FRINGS (H.) et BOYD (W. A.). — **Evidence for Olfactory discrimination by the Bobwhite Quail.** (Mise en évidence d'une discrimination olfactive par le Colin de Virginie). *The American Midland naturalist* vol. 48, nº 1, 181-184, 1952.

Une même nourriture est offerte dans des mangeoires identiques à des groupes de Colins (5 cages de 3 individus) ; deux mangeoires sont mises par cage. Dans les premiers jours, les Colins puisent aux deux mangeoires mais rapidement la quasi-totalité de la nourriture est prise à l'une quelconque d'entre elles, même si on la change de place. Si, à ce moment, on transporte les mangeoires d'une cage dans une autre, les Colins suivent le choix fait par leurs prédécesseurs. Le détail des divers essais effectués permet à l'auteur de penser que cette distinction est d'ordre olfactif.

J. G.

G... (P.). — **Documents sur le Faucon crécerelle.** *Nos Oiseaux*, vol. 21, nº 222, 217-223, 1952.

Cet article est l'adaptation en français du chapitre que O. UTTENDORFER a consacré à ce petit rapace dans *Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greifvögel und Eulen*. La nourriture fondamentale de la Crécerelle est le petit Rongeur des champs. L'oiseau n'est pris que de façon très exceptionnelle. Les analyses de pelotes révèlent 3 000 petits Mammifères pour 68 petits Passereaux.

J. G.

TRETTAU (W.). — **Planberingung des trauerfliegenschnäppers** (*Muscicapa hypoleuca*) **in Hessen.** (Baguage organisé du Gobe-Mouche noir en Hesse). *Die Vogelwarte*, 16, nº 3, 89-95, 1952.

Sur 229 Gobe-Mouches noirs bagués au nid, seule une femelle a été retrouvée ultérieurement au lieu de baguage malgré le grand nombre de nichoirs artificiels qui se trouvaient aux environs. Parmi les adultes, 37, 5p. cent des femelles et 35,1 p. cent des mâles ont été repris au lieu de baguage montrant une fidélité très marquée à leur territoire. Des observations de longue durée prouvent que les Mésanges ne sont pas délogées des creux d'arbre par les Gobe-Mouches.

J. G.

MATOUSEK (B.). **Contribution à l'étude de la biologie du Guêpier** (*Merops apiaster* **en Slovaquie.** *Sylvia*, 13, nº 4, 122-125, 1951 (en tchèque, résumé en anglais).

L'auteur a observé le Guêpier à son lieu de reproduction. La couvaison dure de 19 à 20 jours et le nourrissage des jeunes durant 31 à 33 jours. La couveuse est nourrie principalement de Libellules et la nourriture des jeunes se compose pour 60 p. cent de Libellules, 36 p. cent de grands Papillons de jour (*Papilio podalirius*, *Vanessa atalanta*, *Aglais urticae*, *Argynnus* et *Brenthis sp.*), et de 2 p. cent de Guêpes et de Bourdons et 2 p. cent de Faux Bourdons.

J. G.

GERBER (R.). — **Vögel als Vertilger von Pflanzenläusen.** (Les Oiseaux destructeurs de Pucerons). *Die Vogelwel*, 73e A. nº 4, 117-123, 1952.

C'est une revue bibliographique des espèces d'Oiseaux qui ont été signalés comme mangeant des pucerons. Ce sont les Mésanges qui constituent le groupe le plus important, puis viennent les petits Passereaux (Moineaux, Verdier, Pinson, Fauvettes, etc...) et même de gros oiseaux comme le Ramier, la Perdrix ou la Caille. Au total 53 espèces ont été reconnues comme mangeant des pucerons.

J. G.

ENG (R. L.). — **A two-summer study of the effects on birds populations of Chlordane bait and Aldrin spray as used for Grasshopper control.** (Deux étés d'étude de l'action sur les populations d'oiseaux des traitements antiacridiens à l'aide d'appâts au Chlordane et de pulvérisations à l'Aldrine). *Journal of Wildlife Management* vol. 16, nº 3, 326-337, 1952.

Les essais ont été conduits dans une région montagneuse du Sud-Est du Montana. Les observations ont porté sur deux surfaces de 16 ha. On a déterminé avant et après l'application des insecticides, l'indice de population (= nombre d'oiseaux par unité de surface), le nombre de couples et, en outre, on a suivi l'évolution des nids.

En 1950, on a épandu des appâts au Chlordane au taux normal de 12,5 kg à l'ha. Aucun oiseau mort n'a été trouvé, l'indice de population et le nombre des nidificateurs ont varié de même façon sur les surfaces traitée et témoin ; aucun trouble ne s'est manifesté dans le développement des jeunes. En 1951, on traita avec une solution huileuse d'Aldrine au taux de 1 250 g par ha. L'indice de population, révèle pour la surface traitée une diminution très faible, le nombre des nidificateurs baisse d'une façon plus significative et on note dans les couvées une forte mortalité (50 p. cent au lieu de 7 p. cent). Aucun oiseau mort n'a été trouvé. Il semble donc qu'il n'y a pas d'action directe des insecticides sur les oiseaux mais un effet indirect en corrélation avec la raréfaction des Acridiens.

J. G.

HILBRICH (P.). — **Die Einwirkung von E 605 forte und Selinon auf das Geflügel** (Action du E 605 et du Selinon sur la Volaille). *Höfchen-Briefe*, 5e A. nº 1, 36-40, 1952.

Une expérience préliminaire montre que l'administration journalière à une poule de 60 cm³ d'une solution à 0,03 de E. 605 (= S.N.P.) entraîne sa mort en 10 jours. L'herbe des parquets à Poules a été directement traitée avec une solution de E 605 au taux normal de 0,03 p. cent de produit actif et au taux de 0,3 p. cent dix fois plus élevé ; la dose d'épandage était de 0,1 l au mètre carré. Rien n'est à signaler. Une expérience parallèle a été conduite sur des parquets recevant de jeunes oies ; les solutions étaient à 0,02 ou 0,2 p. cent de E 605 ; rien à signaler. Dans une grande ferme à volaille, l'herbe de 5 grands parquets a été traitée directement avec une bouillie contenant 1 p. cent de dinitroorthocrésol et 0,035 p. cent de E 605 ; la dose d'épandage a varié d'un parquet à l'autre, de 0,09 à 0,12 l au mètre carré. Aucun accident sur l'une des 1 024 poules en expérience, aucun trouble de la ponte n'est à mentionner.

J. G.

POST (G.). — **The effects of aldrin on Birds.** (Effets de l'Aldrine sur les oiseaux). *The Journal of Wildlife Management*, 16, nº 4, 482-497, 1952.

Ces recherches ont été entreprises pour voir si dans la lutte contre les Criquets, l'aldrine était moins dangereuse pour les oiseaux que le toxaphène et le chlordane. Les essais en laboratoire ont été conduits sur Faisan. La dose chronique critique, au-dessus de laquelle il faut s'attendre à une mortalité, semble pouvoir être fixée à 4 mg par jour pendant 10 jours. L'aldrine a été recherchée et dosée dans différents organes par la méthode du Danish et Lidov. C'est le cerveau qui accumule les plus fortes quantités d'insecticide : 20 à 65 p. millle contre 2 à 10 p. mille dans le foie, les reins et les poumons. Le diagnostic de l'intoxication par l'aldrine est possible par suite.

Des essais ont été conduits en nature sur six parcelles de 40 ha chacune. Cinq parcelles ont été traitées à raison de 155 g d'aldrine dans 9,45 l de kérosène à l'ha. A l'égard des oiseaux gibier on n'a pas relevé de différence de mortalité entre les surfaces traitées et la surface témoin. Un Harle a été trouvé mort empoisonné par l'aldrine ainsi qu'une Grive de Caroline. Une intoxication de contact semble être la cause de ces morts et mériterait d'être étudiée. Beaucoup d'oiseaux insectivores ont quitté les lieux après traitement par suite de la raréfaction des insectes. Les Criquets tués contenaient 3,4 gammas d'aldrine pour 100 g de poids vif, alors que le même auteur a trouvé 28,7 mg de toxaphène dans des conditions comparables.

J. G.

SCHIFFERLI (A.). **Uber die Maikäferbekämpfung mit neueren Insectiziden und deren Auswirkung auf die freilebende Tierwelt.** (Au sujet de la lutte contre le Hanneton avec les insecticides récents et de ses conséquences sur la faune sauvage). *Der ornithologische Beobachter*, 48, nº 1, 2-15, 1951.

L'auteur rappelle tout d'abord les données actuelles de la lutte contre le Hanneton à l'aide du D. D.T. et de l'H.C.H. et il résume ce que nous savons sur la toxicité de ces insectes à l'égard des animaux et surtout des oiseaux. Puis il rapporte les observations faites en 1950 lors des expériences faites dans l'Ajoie. 100 km de bordures de forêts furent traitées soit au D.D.T. à la dose de 4 kg à l'ha, soit à l'isomère gamma d'H.C.H. à la dose de 0,8 kg à l'hectare. 1 296 couples, répartis sur 15 km de lisière, furent surveillés ; aucune action n'a été notée. Mais sur 2 km la dose fut doublée, le nombre des couples tomba de 92 à 29 pour remonter plus tard à 77. 18 jeunes Mésanges charbonnières et 15 jeunes étourneaux ont servi à des expériences de nutrition menées par D. BURCKHARDT. L'alimentation de ces oiseaux fut faite en totalité ou en partie avec des Hannetons traités au D.D.T. ou à l'H.C.H. Seule une Mésange manifesta les symptômes d'une intoxication grave après 14 jours d'essai. Les autres ne montrèrent que des symptômes très légers.

J. G.

HANSON (W. R.). — **Effects of some herbicides and insecticides on biota of north Dakota marshes.** (Effets biotiques de quelques désherbants et insecticides dans les marais du Dakota septentrional). *Journal of Wildlife Management*, vol. 16, nº 3, 299-308, 1952.

Une amine du 2-4 D en solution aqueuse et un ester du 2-4 D en solution huileuse ont été appliqués à des marais au taux respectifs de 1 875 et 1 250 g à l'ha. Leur action a été très comparable : forte mortalité chez les dicotylé-

dones, atteintes portées aux monocotylédones mais plus graves pour l'ester, quelques insectes tués probablement par l'huile. Le Chlordane fut appliqué en solution aqueuse au taux de 1 250 g à l'ha. Il n'y eut qu'une faible reproduction des oiseaux aquatiques, peut-être en relation avec le traitement ; mais seulement quelques poussins de canards et de foulque furent trouvés morts. Un rat musqué fut trouvé mort mais ni les Ostracodes ni les Serpents ne furent atteints. Le D.D.T. fut appliqué en solution huileuse au taux de 1 875 g à l'ha. Il n'y eut aucune action sur les oiseaux bien que ces derniers fissent une forte consommation d'insectes intoxiqués. Les Salamandres diminuèrent considérablement et la végétation manifesta des brûlures légères. Le Toxaphène fut appliqué en solution huileuse au taux de 2 500 g à l'ha. Une très forte mortalité fut constatée chez les jeunes oiseaux mais pas chez les adultes. Les Serpents furent également touchés. Des brûlures sur les végétaux furent constatées.

Dans les trois cas d'application d'insecticides, pratiquement tous les insectes disparurent pendant 5 semaines, surtout avec le D.D.T. et l'action sur les oiseaux semble imputable à la consommation d'insectes intoxiqués.

J. G.

Le Directeur-Gérant : B. Laclavière.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 24-7-1953.
Dépôt légal : 3e trimestre 1953 *N° d'impression : 949*

dans la corne droite. 30 p. cent des Lapins examinés avaient des vers parasites de l'intestin, 3,5 p. cent des Coccidies dans le foie et 1,35 des Douves du foie.

J. G.

EADIE (W. R.). — **Shrew predation and vole populations on a localised area.** (L'action prédatrice des Musaraignes et les populations Campagnols en un lieu déterminé). *Journal of Mammalogy*, vol. 33, nº 2, 185-189, 1952.

Durant 5 années, l'auteur a suivi la densité de population d'une Musaraigne (*Blarina brevicauda*) et d'un Campagnol (*Microtus pennsylvanicus*) sur une surface de 60 ha. Le Campagnol constitue une part importante de la nourriture de la Musaraigne à l'automne et en hiver. L'auteur note qu'une diminution prolongée de la population de campagnols a été accompagnée d'une augmentation marquée de celle des Musaraignes, le nombre des insectivores atteignant ou même dépassant celui des Rongeurs. Il n'est pas permis de conclure à une corrélation entre les deux faits, mais il n'est pas exclu que nous ayions là un exemple de relation entre prédateur et proie, en raison de l'activité particulièrement élevée du prédateur.

J. G.

SEALANDER (J. A.). — **The relationship of nest prorection and hudling to survival of Peromyscus at low temperature.** (Rôle de la protection des nids et du groupement des individus dans la résistance des *Peromyscus* aux basses températures). *Ecology*, vol. 33, nº 1, 63-71, 1952.

L'auteur montre que la garniture des nids effectuée par les *Peromyscus* ainsi que le groupement des individus dans un même nid, permet à ces petits Rongeurs de résister sans eau et sans nourriture à des froids pouvant atteindre — 23°C. Les herbes naturelles assurent dans les nids une protection supérieure à celle fournie par le coton ou la sciure de bois.

J. G.

SEALANDER (J. A.). — **Food consumption in Peromyscus in relation to air temperature and previous thermal experience.** (Relation chez *Peromyscus* de la consommation de nourriture avec la température de l'air et avec le changement de température). *Journal of Mammalogy*, vol. 33, nº 2, 206-217, 1952.

L'auteur a opéré sur 3 espèces de petits Rongeurs appartenant au genre *Peromyscus*. A une même température, la consommation de nourriture varie avec l'espèce. Un changement soudain de température amène un réajustement de la consommation qui se fait en 8 à 12 jours aux basses températures et en 15 jours aux hautes. Les animaux habitués aux hautes températures, ont, après changement de la température, une consommation plus élevée que ceux habitués aux basses ou moyennes températures.

J. G.

PETTER (F.). — **Note préliminaire sur l'éthologie et l'écologie de Psammomys obesus** CRETZSCHMAR. *Mammalia*, 16, nº 3, 137-147, 1952.

L'auteur a pu observer ce Rongeur dans le Sud-Oranais. Le terrier est creusé dans les buttes de sables qui se forment au pied des touffes de végétation. Suivant l'importance de ces touffes la forme générale du terrier peut très nota-

blement changer. C'est la lumière qui semble être le principal facteur limitant de l'activité de *P. obesus*. Il est intéressant de noter que cet animal des régions subdésertiques s'adapte très mal aux aliments secs comme les grains ; seuls ceux très riches en eau lui conviennent. J. G.

BALDWIN (P. H.), SCHWARTZ (C. W.) et REEDER SCHWARTZ (E. R.). — **Life history and economic status of the mongoose in Hawaii.** (Biologie et rôle économique de la Mangouste aux îles Hawaii). *Journal of Mammalogy*, vol. 33, nº 3, 335-356, 1952.

Les auteurs étudient l'habitat, la morphologie, la distribution géographique, les mœurs, le régime alimentaire et les ennemis de la Mangouste, *Herpestes auropunctatus auropunctatus Hogdson*. Puis ils discutent la question du rôle économique de ce carnassier, notamment en comparant la situation dans les îles où la Mangouste a été importée à celle des îles où elle n'existe pas ; il leur paraît peu évident que la Mangouste ait un rôle réellement important sur les populations de Rongeurs et sur celles des Oiseaux. J. G.

LLEWELLYN (L. M.) et UHLER (F. M.). — **The Foods of Fur animals of the Patuxent research refuge Maryland.** (Régime alimentaire des animaux à fourrure du Patuxent research refuge (Maryland). *The Midland american naturalist*, vol. 48, nº 1, 193-203, 1952.

L'examen a porté sur 300 contenus stomacaux d'animaux morts et sur 560 laissées d'animaux pris vifs au piège. Le matériel a été recueilli pendant une période d'un an environ. Les résultats des analyses sont résumés dans des diagrammes. Les espèces étudiées ont été le Renard rouge, le Renard argenté, le Raton laveur, le Vison, l'Opposum, le Skunks et le Chat domestique.

J. G.

GUNDERSON (H.). **How the Sioux City Stockyard controlled its rat population.** (Comment les entrepôts de Sioux City se sont débarrassés de leurs rats). *Pest control magazine*, 46-48, 1952.

Les entrepôts de Sioux City couvrent 280 hectares. En 1944, lorsqu'une action concertée des intéressés fut décidée, la population de rats y vivant était estimée à 700 000 individus et leurs dégâts annuels à 3 millions de dollars. La première intervention coordonnée fut faite en octobre 1944 avec des appâts à la scille ; l'efficacité fut supérieure à 66 p. cent. Depuis, chaque année il fut fait un traitement en mai avec des appâts à la scille et un en juillet avec des appâts à l'antu. De 1945 à 1950, la population de rats fut ainsi progressivement abaissée au-dessous de 100 000 individus. En 1951, 700 postes permanents d'empoisonnement furent mis en place ; le toxique utilisé fut la warfarine. Le nombre des rats en 1952 est pratiquement nul ; 1 000 postes permanents sont maintenus aux points possibles de réinfestation. Il est à noter qu'en même temps que les destructions étaient menées un effort très sérieux de pérátisation des bâtiments avait été fait. J. G.

ANONYME. — **Forsogsudryddelse af Rotter.** (Expérience d'éradication de rats). *publié par l'indenrigsministeriet*, 20 p., Copenhague 1952 (en Danois, résumé en Anglais).

Dans une première expérience conduite dans l'île de Bogo qui a 1 300 ha de superficie et possède 346 maisons, on a utilisé tout d'abord une culture

microbienne, dénommée « Mortaline ». Du mois de novembre au mois de janvier inclus, il fut employé 750 litres de culture microbienne et 700 kg de pain. 60 p. cent des habitations furent ainsi débarrassées des rats. Un traitement complémentaire avec appâtage préalable fut alors effectué avec du sulfate de thallium. L'appât utilisé était constitué par des recoupes imbibées d'une solution à 0,5 p. cent de toxique. Les résultats apparaissent très satisfaisants.

Dans une deuxième expérience, c'est une poudre-poison à 5 p. cent d'antu qui fut utilisée sur un tas d'ordures ménagères de 2 ha. 6 applications de poudre-poison furent faites en 5 semaines. Après chaque application on constata une diminution du nombre des terriers en activité et l'efficacité est estimée à 95 p. cent, mais l'éradication totale des rats avec ce procédé semble impossible en raison de la résistance acquise de certains rats à l'égard de l'antu.

J. G.

GIRARD et CHAVANNE. — **Lutte contre les rongeurs. Emploi de produits nouveaux.** *Revue du Corps de Santé militaire*, 8, n° 2, 180-211, 1952.

C'est une revue particulièrement documentée des connaissances récemment acquises sur l'utilisation soit comme répulsif, soit comme toxique d'un certain nombre de corps chimiques. Parmi les toxiques d'ingestion étudiés nous citerons : l'Antu, le monofluoroacétate de sodium, le 2 chloro-4 diméthylamino-6 méthylpyrimidine, les dérivés coumariniques anticoagulants, le D.D.T. et le D.A.S. Cet article basé sur une bibliographie importante rassemble de façon condensée et très précise beaucoup de données sur la toxicité de ces produits à l'égard des Rongeurs et des animaux, sur leur mode d'emploi, sur leur mode d'action physiologique et sur les dispositions légales qui en réglementent l'emploi en France.

J. G.

FRANK (F.). — **Ueber eine vorbeugende Feldmausbekämpfung und Erfahrungen mit verschiedenen Giftgetreide sorten.** (Lutte contre les petits rongeurs des champs et essai de divers grains empoisonnés). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 4, n° 6, 85-90, 1952.

Une lutte contre les petits Rongeurs des champs a été entreprise dans la région des marais de la Weser à l'aide de grains empoisonnés. Le traitement fut effectué durant l'automne précédant l'année présumée de la pullulation. Le succès fut complet et les semis dans la zone traitée furent sauvés alors que dans la zone de contrôle les dégâts pouvaient s'évaluer de 20 à 100 p. cent du semis.

Un grand essai fut conduit sur plus de 700 hectares pour comparer l'efficacité de grains commerciaux, les uns au phosphure de zinc et les autres au dérivé chloré de la pyrimidine. La durée de conservation de ces spécialités commerciales s'est révélée limitée. Epandue dans les champs très humides une certaine spécialité au phosphure de zinc a résisté mieux à l'humidité que celle à base du dérivé de la pyrimidine. Les Rongeurs crèvent dans leurs terriers avec le phosphure de zinc et au dehors avec le dérivé de la pyrimidine. Il n'a été observé de mortalité chez le gibier et les oiseaux ni avec l'un ni avec l'autre des produits.

J. G.

Nelis (P.), Lafontaine (A.), Cleempoel (S.), Van den Bruel (W. E.) et Moens (R.). — **Essais de destruction des Rats musqués par des techniques bactériologiques.** *Parasitica*, 8, n° 2, 58-67, 1952.

La souche *Salmonella enteriditis*, variété Danysz de l'Institut Pasteur de Paris a été adaptée au Rat musqué. Le lâcher dans des zones infestées de Rats musqués contaminés par injection à l'aide de cette souche spécialisée, a amené dans 4 cas sur 5 la disparition du Rat musqué dans ces zones-là. Dans les animaux lâchés et retrouvés morts, la Salmonella se retrouve facilement mais dans les autres cadavres trouvés, on n'a pas pu l'identifier. Deux essais effectués avec des appâts contaminés à l'aide de la même souche ont été négatifs.

J. G.

Henning (W. L.). — **Studies in control of the prairie mole Scalopus aquaticus machrinus (Rafinesque).** (Études sur la lutte contre la Scalope aquatique). *The Journal of Wildlife Management*, 16, n° 4, 419-424, 1952.

L'auteur a expérimenté divers produits pour la destruction de la Scalope aquatique qui est la Taupe la plus communément répandue en Amérique du Nord. Il a opéré dans des terrains enclos de grillage avec des Taupes captives et surtout en plein champ sur des terrains de golf où l'observation de l'activité de ces Insectivores est particulièrement aisée.

Dans une première série d'essais il a expérimenté comme poudre-poison des poudres pour poudrages et pour bouillie à base d'insecticides chlorés de synthèse. Celles à 25 p. cent d'aldrine, à 25 p. cent de dieldrine et 15 p. cent de parathion se sont révélées toxiques sur les Taupes captives mais inefficaces en nature ; celles à 12 et 25 p. cent d'isomère gamma H.C.H. ainsi que celles à 5 et 50 p. cent de D.D.T., d'heptachlore, de chlordane et de methoxychlore sont inactives aussi bien en captivité qu'en nature ; la plupart de ces insecticides manifestent d'ailleurs une action répulsive. Employant les gaz les résultats n'ont été que partiels avec les hydrocarbures chlorés (il s'agit sans doute du trichlorethylène), avec le gaz sulfureux, l'oxyde de carbone et l'hydrogène sulfuré ; ils ont été nuls en raison d'une action répulsive nette, avec la chloropicrine et le cyanure de sodium. De façon générale l'auteur pense que l'emploi des gaz ne peut être couronné de succès que s'ils sont injectés dans le terrier à proximité immédiate du nid et surprennent la Taupe avant sa fuite. Des spécialités commerciales, prêtes à l'emploi, com posées d'un appât végétal et d'un toxique, ont été essayées. Celles contenant 5 p. cent d'anhydride arsénieux, 0,3 p. cent de ricine et 0,5 p. cent de strychnine se sont révélées inefficaces. Seule une spécialité à base d'arachide crue et contenant 1 p. cent de thallium s'est montrée efficace.

La dernière série d'essais a été effectuée en se servant comme appât de vers de terre dont les segments antérieurs avaient été coupés ; ces vers étaient saupoudrés de matière toxique et placés dans les galeries. Des vers saupoudrés d'une matière à 0,5 et 5 p. cent de warfarine ou 4 p. cent de thallium n'ont donné que des résultats médiocres. Dans les mêmes conditions des poudres de scille rouge de DL 50, 200 et 500 mg par kg, se sont révélées complètement inefficaces. Seuls des vers saupoudrés de strychnine ou d'une poudre à 2,5 p. cent de monofluoracétate de sodium, se sont révélés totalement et régulièrement efficaces.

J. G.

Lockley (R. M.). — **The problem of Rabbit control.** (Le problème de la lutte contre le Lapin). *West Wales Field Society, 14 th Annual Report*, 12-16, 1952.

L'auteur, s'appuyant sur son expérience, personnelle et sur divers auteurs, pense que les pièges utilisés pour la capture des Lapins sont d'efficacité insuffisante pour assurer une destruction satisfaisante des Lapins ; en outre, il apparaît que pour 24 Lapins capturés au piège, il y a un autre animal sauvage (gibier, oiseaux, etc...) de détruit ; le modèle de piège utilisé provoque beaucoup plus que les autres moyens de destruction (cyanure de calcium, furetage, etc...) des souffrances inutiles aux captures. Pour ces raisons, l'interdiction d'emploi des pièges à Lapin est envisagée en Grande-Bretagne. J. G.

Howard (W. E.) et Hjersman (H. A.). — **Deer repellent sprays not harmful to foliage on two-year-old trees.** (Inocuité à l'égard des arbres de deux ans, des bouillies répulsives utilisées contre les cerfs). *Journal of Wildlife Management*, vol. 16, nº 3, 390-391, 1952.

Cinq produits commerciaux dont l'un au moins nous semble à base du complexe organo-zincique dénommé Zac en abrégé, ont été pulvérisés sur des arbres fruitiers à la dose préconisée et à la dose double ; les traitements furent répétés plus rapidement qu'il n'est nécessaire dans la pratique. Quelques dommages très légers ont été relevés dans certains cas sur le feuillage.
J. G.

Turcek (F. J.). — **Stratification des populations aviaires au sein d'une quercetocarpineteraie de la Slovaquie méridionale.** *Sylvia*, 13, nº 3, 71-86, 1951 (en tchèque, sommaire en anglais).

L'auteur a poursuivi ces recherches de 1946 à 1950. Il montre tout d'abord que verticalement, d'après l'emplacement du nid, on peut distinguer 5 étages de répartition des espèces : le sol, les buissons, le tronc et la couronne des arbres, enfin l'espace aérien. Après avoir proposé et discuté certains indices tendant à rendre compte de la répartition des genres et des espèces, ces dernières étant au nombre de 74, il indique que la densité de population est 2 038 oiseaux par 100 hectares en été et le poids vif par unité de surface (toujours 100 ha) de 141 042 g. Il étudie la fluctuation saisonnière de ces indices. Le poids vif par 100 ha semble très faible à l'auteur par comparaison avec celui des autres animaux du même milieu. C'est ainsi que d'après lui, il y aurait 600 kg de chenilles de Liparis et 30 kg de Mulots par 100 hectares. J. G.

Mosansky (A.). — **Nidification du Freux (Corvus frugilegus) sur des édifices.** *Sylvia*, 13, nº 4, 132-133, 1951 (en tchèque, sommaire en anglais).

Cette note signale le cas tout à fait exceptionnel de la nidification de Freux dans un édifice. En 1944, 10 à 15 couples s'établirent sur la flèche de la cathédrale de Kosice (Slovaquie) et leur nombre va croissant. J. G.

Drost (R.) et Schuz (E.). — **Europäische Rauscwalben (Hirundo rustica) in Afrika.** (L'Hirondelle des cheminées en Afrique). *Die Vogelwarte*, 16, nº 3, 95-98, 1952.

De la carte qui accompagne la liste des reprises récentes faites en Afrique, il ressort que les reprises faites en Afrique du Nord sont celles d'Hirondelles des

cheminées originaires d'Allemagne, de Belgique et des Pays-Bas. En Afrique occidentale et équatoriale ce sont les reprises d'oiseaux allemands qui dominent, et celles des oiseaux de Grande-Bretagne en Afrique du Sud.

J. G.

FRINGS (H.) et BOYD (W. A.). — **Evidence for Olfactory discrimination by the Bobwhite Quail.** (Mise en évidence d'une discrimination olfactive par le Colin de Virginie). *The American Midland naturalist* vol. 48, nº 1, 181-184, 1952.

Une même nourriture est offerte dans des mangeoires identiques à des groupes de Colins (5 cages de 3 individus) ; deux mangeoires sont mises par cage. Dans les premiers jours, les Colins puisent aux deux mangeoires mais rapidement la quasi-totalité de la nourriture est prise à l'une quelconque d'entre elles, même si on la change de place. Si, à ce moment, on transporte les mangeoires d'une cage dans une autre, les Colins suivent le choix fait par leurs prédécesseurs. Le détail des divers essais effectués permet à l'auteur de penser que cette distinction est d'ordre olfactif.

J. G.

G... (P.). — **Documents sur le Faucon crécerelle.** *Nos Oiseaux*, vol. 21, nº 222, 217-223, 1952.

Cet article est l'adaptation en français du chapitre que O. UTTENDORFER a consacré à ce petit rapace dans *Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greifvögel und Eulen*. La nourriture fondamentale de la Crécerelle est le petit Rongeur des champs. L'oiseau n'est pris que de façon très exceptionnelle. Les analyses de pelotes révèlent 3 000 petits Mammifères pour 68 petits Passereaux.

J. G.

TRETTAU (W.). — **Planberingung des trauerfliegenschnäppers** (*Muscicapa hypoleuca*) **in Hessen.** (Baguage organisé du Gobe-Mouche noir en Hesse). *Die Vogelwarte*, 16, nº 3, 89-95, 1952.

Sur 229 Gobe-Mouches noirs bagués au nid, seule une femelle a été retrouvée ultérieurement au lieu de baguage malgré le grand nombre de nichoirs artificiels qui se trouvaient aux environs. Parmi les adultes, 37, 5p. cent des femelles et 35,1 p. cent des mâles ont été repris au lieu de baguage montrant une fidélité très marquée à leur territoire. Des observations de longue durée prouvent que les Mésanges ne sont pas délogées des creux d'arbre par les Gobe-Mouches.

J. G.

MATOUSEK (B.). **Contribution à l'étude de la biologie du Guêpier** (*Merops apiaster* **en Slovaquie.** *Sylvia*, 13, nº 4, 122-125, 1951 (en tchèque, résumé en anglais).

L'auteur a observé le Guêpier à son lieu de reproduction. La couvaison dure de 19 à 20 jours et le nourrissage des jeunes durant 31 à 33 jours. La couveuse est nourrie principalement de Libellules et la nourriture des jeunes se compose pour 60 p. cent de Libellules, 36 p. cent de grands Papillons de jour (*Papilio podalirius*, *Vanessa atalanta*, *Aglais urticae*, *Argynnus* et *Brenthis sp.*), et de 2 p. cent de Guêpes et de Bourdons et 2 p. cent de Faux Bourdons.

J. G.

GERBER (R.). — **Vögel als Vertilger von Pflanzenläusen.** (Les Oiseaux destructeurs de Pucerons). *Die Vogelwel*, 73e A. nº 4, 117-123, 1952.

C'est une revue bibliographique des espèces d'Oiseaux qui ont été signalés comme mangeant des pucerons. Ce sont les Mésanges qui constituent le groupe le plus important, puis viennent les petits Passereaux (Moineaux, Verdier, Pinson, Fauvettes, etc...) et même de gros oiseaux comme le Ramier, la Perdrix ou la Caille. Au total 53 espèces ont été reconnues comme mangeant des pucerons.

J. G.

ENG (R. L.). — **A two-summer study of the effects on birds populations of Chlordane bait and Aldrin spray as used for Grasshopper control.** (Deux étés d'étude de l'action sur les populations d'oiseaux des traitements antiacridiens à l'aide d'appâts au Chlordane et de pulvérisations à l'Aldrine). *Journal of Wildlife Management* vol. 16, nº 3, 326-337, 1952.

Les essais ont été conduits dans une région montagneuse du Sud-Est du Montana. Les observations ont porté sur deux surfaces de 16 ha. On a déterminé avant et après l'application des insecticides, l'indice de population (= nombre d'oiseaux par unité de surface), le nombre de couples et, en outre, on a suivi l'évolution des nids.

En 1950, on a épandu des appâts au Chlordane au taux normal de 12,5 kg à l'ha. Aucun oiseau mort n'a été trouvé, l'indice de population et le nombre des nidificateurs ont varié de même façon sur les surfaces traitée et témoin ; aucun trouble ne s'est manifesté dans le développement des jeunes. En 1951, on traita avec une solution huileuse d'Aldrine au taux de 1 250 g par ha. L'indice de population, révèle pour la surface traitée une diminution très faible, le nombre des nidificateurs baisse d'une façon plus significative et on note dans les couvées une forte mortalité (50 p. cent au lieu de 7 p. cent). Aucun oiseau mort n'a été trouvé. Il semble donc qu'il n'y a pas d'action directe des insecticides sur les oiseaux mais un effet indirect en corrélation avec la raréfaction des Acridiens.

J. G.

HILBRICH (P.). — **Die Einwirkung von E 605 forte und Selinon auf das Geflügel** (Action du E 605 et du Selinon sur la Volaille). *Höfchen-Briefe*, 5e A. nº 1, 36-40, 1952.

Une expérience préliminaire montre que l'administration journalière à une poule de 60 cm³ d'une solution à 0,03 de E. 605 (= S.N.P.) entraîne sa mort en 10 jours. L'herbe des parquets à Poules a été directement traitée avec une solution de E 605 au taux normal de 0,03 p. cent de produit actif et au taux de 0,3 p. cent dix fois plus élevé ; la dose d'épandage était de 0,1 l au mètre carré. Rien n'est à signaler. Une expérience parallèle a été conduite sur des parquets recevant de jeunes oies ; les solutions étaient à 0,02 ou 0,2 p. cent de E 605 ; rien à signaler. Dans une grande ferme à volaille, l'herbe de 5 grands parquets a été traitée directement avec une bouillie contenant 1 p. cent de dinitroorthocrésol et 0,035 p. cent de E 605 ; la dose d'épandage a varié d'un parquet à l'autre, de 0,09 à 0,12 l au mètre carré. Aucun accident sur l'une des 1 024 poules en expérience, aucun trouble de la ponte n'est à mentionner.

J. G.

POST (G.). — **The effects of aldrin on Birds.** (Effets de l'Aldrine sur les oiseaux). *The Journal of Wildlife Management*, 16, nº 4, 482-497, 1952.

Ces recherches ont été entreprises pour voir si dans la lutte contre les Criquets, l'aldrine était moins dangereuse pour les oiseaux que le toxaphène et le chlordane. Les essais en laboratoire ont été conduits sur Faisan. La dose chronique critique, au-dessus de laquelle il faut s'attendre à une mortalité, semble pouvoir être fixée à 4 mg par jour pendant 10 jours. L'aldrine a été recherchée et dosée dans différents organes par la méthode du Danish et Lidov. C'est le cerveau qui accumule les plus fortes quantités d'insecticide : 20 à 65 p. millle contre 2 à 10 p. mille dans le foie, les reins et les poumons. Le diagnostic de l'intoxication par l'aldrine est possible par suite.

Des essais ont été conduits en nature sur six parcelles de 40 ha chacune. Cinq parcelles ont été traitées à raison de 155 g d'aldrine dans 9,45 l de kérosène à l'ha. A l'égard des oiseaux gibier on n'a pas relevé de différence de mortalité entre les surfaces traitées et la surface témoin. Un Harle a été trouvé mort empoisonné par l'aldrine ainsi qu'une Grive de Caroline. Une intoxication de contact semble être la cause de ces morts et mériterait d'être étudiée. Beaucoup d'oiseaux insectivores ont quitté les lieux après traitement par suite de la raréfaction des insectes. Les Criquets tués contenaient 3,4 gammas d'aldrine pour 100 g de poids vif, alors que le même auteur a trouvé 28,7 mg de toxaphène dans des conditions comparables.

J. G.

SCHIFFERLI (A.). **Uber die Maikäferbekämpfung mit neueren Insectiziden und deren Auswirkung auf die freilebende Tierwelt.** (Au sujet de la lutte contre le Hanneton avec les insecticides récents et de ses conséquences sur la faune sauvage). *Der ornithologische Beobachter*, 48, nº 1, 2-15, 1951.

L'auteur rappelle tout d'abord les données actuelles de la lutte contre le Hanneton à l'aide du D. D.T. et de l'H.C.H. et il résume ce que nous savons sur la toxicité de ces insectes à l'égard des animaux et surtout des oiseaux. Puis il rapporte les observations faites en 1950 lors des expériences faites dans l'Ajoie. 100 km de bordures de forêts furent traitées soit au D.D.T. à la dose de 4 kg à l'ha, soit à l'isomère gamma d'H.C.H. à la dose de 0,8 kg à l'hectare. 1 296 couples, répartis sur 15 km de lisière, furent surveillés ; aucune action n'a été notée. Mais sur 2 km la dose fut doublée, le nombre des couples tomba de 92 à 29 pour remonter plus tard à 77. 18 jeunes Mésanges charbonnières et 15 jeunes étourneaux ont servi à des expériences de nutrition menées par D. BURCKHARDT. L'alimentation de ces oiseaux fut faite en totalité ou en partie avec des Hannetons traités au D.D.T. ou à l'H.C.H. Seule une Mésange manifesta les symptômes d'une intoxication grave après 14 jours d'essai. Les autres ne montrèrent que des symptômes très légers.

J. G.

HANSON (W. R.). — **Effects of some herbicides and insecticides on biota of north Dakota marshes.** (Effets biotiques de quelques désherbants et insecticides dans les marais du Dakota septentrional). *Journal of Wildlife Management*, vol. 16, nº 3, 299-308, 1952.

Une amine du 2-4 D en solution aqueuse et un ester du 2-4 D en solution huileuse ont été appliqués à des marais au taux respectifs de 1 875 et 1 250 g à l'ha. Leur action a été très comparable : forte mortalité chez les dicotylé-

dones, atteintes portées aux monocotylédones mais plus graves pour l'ester, quelques insectes tués probablement par l'huile. Le Chlordane fut appliqué en solution aqueuse au taux de 1 250 g à l'ha. Il n'y eut qu'une faible reproduction des oiseaux aquatiques, peut-être en relation avec le traitement ; mais seulement quelques poussins de canards et de foulque furent trouvés morts. Un rat musqué fut trouvé mort mais ni les Ostracodes ni les Serpents ne furent atteints. Le D.D.T. fut appliqué en solution huileuse au taux de 1 875 g à l'ha. Il n'y eut aucune action sur les oiseaux bien que ces derniers fissent une forte consommation d'insectes intoxiqués. Les Salamandres diminuèrent considérablement et la végétation manifesta des brûlures légères. Le Toxaphène fut appliqué en solution huileuse au taux de 2 500 g à l'ha. Une très forte mortalité fut constatée chez les jeunes oiseaux mais pas chez les adultes. Les Serpents furent également touchés. Des brûlures sur les végétaux furent constatées.

Dans les trois cas d'application d'insecticides, pratiquement tous les insectes disparurent pendant 5 semaines, surtout avec le D.D.T. et l'action sur les oiseaux semble imputable à la consommation d'insectes intoxiqués.

J. G.

Le Directeur-Gérant : B. Laclavière.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 24-7-1953.
Dépôt légal : 3e trimestre 1953 *N° d'impression : 949*

PROCÉDÉS DE LUTTE CONTRE LE XYLEBORE DISPARATE, *Xyleborus dispar* F. Col. Scolytidae

PAR

R. VASSEUR et D. SCHVESTER

Laboratoire du Pou de San José, Saint-Genis-Laval (Rhône)

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**

II. — **Essai de lutte chimique.**

III. — **La lutte par éradication.**

IV. — **Avantages et inconvénients respectifs des deux procédés.**

V. — **Résumé et conclusions générales.**

I. — INTRODUCTION

Le Xylébore disparate est suffisamment connu pour qu'il soit inutile de revenir sur sa biologie (2,4). Précisons cependant une fois de plus que, étant donné le caractère particulier de son cycle évolutif, lequel se déroule pour la plus grande part dans des galeries profondément creusées dans le bois, il ne paraît pas possible de mener une lutte chimique contre cet insecte autrement que par le moyen de traitements préventifs appliqués au printemps, au plus tard à la sortie des premières femelles, avec un insecticide de contact d'une durée d'action suffisamment prolongée, les sorties des femelles étant en général échelonnées sur une assez longue période.

II. — ESSAI DE LUTTE CHIMIQUE

Nous avons donc tenté un essai de traitement dans une plantation de pommiers en cordons d'une dizaine d'années, située à *Branges* (Saône-

et-Loire) (1). Ce verger était très isolé, entouré de prairies, et les attaques de Xylébore s'y succédaient au moins depuis 1948, ainsi qu'en attestaient les traces d'anciennes galeries cicatrisées que nous avons pu relever sur plusieurs arbres.

Au printemps 1950, la situation était la suivante : sur un nombre total de 382 pommiers, 110, soit une proportion d'environ 28 p. cent, avaient été plus ou moins gravement parasités, parmi lesquels 24, morts des suites de cette attaque, avaient été arrachés. Un certain nombre d'autres sujets avaient été amputés de leurs parties mortes, mais il n'en restait pas moins 86 végétaux hébergeant des insectes et susceptibles ainsi de servir de foyer de dispersion, que le propriétaire de la plantation désirait ne pas détruire.

Le traitement fut effectué le 28 mars 1950, par très beau temps. Ces conditions favorables à l'insecte durant depuis plusieurs jours, les sorties étaient déjà nombreuses, et une vingtaine d'arbres se trouvaient attaqués à cette date ; d'après l'état d'avancement des galeries, ces attaques étaient très récentes, datant pour la plupart sans doute de la veille même.

Nous avons utilisé pour ce traitement, une bouillie au dichlorodiphénytrichloréthane (D. D. T.) à la concentration de 0,2 p. cent de matière active, additionnée de 1 p. cent d'huiles de pétrole émulsionnées (huile blanche d'été). 267 pommiers furent traités à l'aide de cette bouillie.

Cette formule avait été préférée pour sa plus grande durée d'action et pour sa constance, qualités mises en évidence par des tests effectués au laboratoire (3). Cependant, à titre de comparaison, et afin de noter les différences éventuelles, 50 arbres, répartis par groupes de 6 à 8 dans toute la plantation, furent traités avec une bouillie renfermant la même proportion en matière active d'hexachlorocyclohexane (H. C. H.) et d'huiles de pétrole. Par ailleurs, on ménagea 38 témoins sans traitement, répartis par paires dans le verger.

Les produits utilisés sont des produits du commerce. La pulvérisation fut faite au jet « brouillard », à l'aide d'un pulvérisateur à moteur fournissant une pression d'environ 10 à 12 kg.

Le beau temps sec et chaud favorable à la sortie des insectes se prolongea encore durant cinq ou six jours après le traitement, et il lui succéda une longue période de temps pluvieux et froid.

Un premier examen de la plantation, effectué le 5 mai 1950, fit ressortir les faits suivants :

Sur les arbres traités et qui ne se trouvaient pas encore infestés le jour du traitement, on releva la trace de 38 attaques, réparties sur 25 su-

(1) M. Pignal, Contrôleur de la Protection des Végétaux du Jura et de Saône-et-Loire, nous a apporté une aide très précieuse dans l'exécution de ces essais et dans la vérification de leurs résultats. Qu'il nous soit permis de l'en remercier très vivement.

jets, dont 20 manifestement avortées, les galeries étant peu profondes et le bois à peine entamé ; des 18 autres, il n'était pas possible *a priori*, d'affirmer qu'elles étaient ou non avortées. Un arbre, portant la trace de sept de ces attaques, ainsi qu'un tronçon d'un autre sujet en présentant deux, furent donc prélevés et examinés en détail, ce qui permit de constater qu'elles n'avaient pas été couronnées de succès ; il était donc permis de penser qu'aucune de ces attaques n'avait eu de suites (1).

D'autre part, sur les arbres qui se trouvaient déjà contaminés le jour du traitement, on ne notait pas de signes d'affaiblissement, et les attaques, même celles qui étaient alors relativement anciennes semblaient n'avoir pas pu évoluer normalement.

Parmi les témoins, trois sujets en tout avaient été attaqués, et par un petit nombre seulement d'insectes (trois pour l'un et deux pour chacun des deux autres). Sur ces arbres, les femelles étaient encore en vie. Elles furent alors détruites par un procédé mécanique afin de sauvegarder les arbres en question.

Un second examen, effectué le 2 juin 1950 par M. Pignal, Contrôleur de la Protection de Végétaux, n'a pas révélé de dégâts ; tous les arbres se trouvaient alors en bonne santé et apparemment indemnes de Xylébore.

Cet essai semble donc avoir été couronné de succès, encore que la relativement faible proportion des attaques, tant sur les arbres témoins que sur les arbres traités, ne permette pas d'en tirer de conclusions absolues, pas plus qu'elle ne donne de possibilité de faire une distinction entre l'efficacité du D. D. T. et celle de l'H. C. H. Toutefois le fait seul que le verger fut, à la suite du traitement, pratiquement indemne de Xylébore alors qu'il présentait pour lui-même un grave danger, doit pouvoir être un gage de l'efficacité de ce traitement, d'autant plus que, isolé comme il se trouvait au milieu de prairies, il n'est guère probable que beaucoup d'insectes se soient dispersés ailleurs.

Il est d'autre part possible que les insectes circulant sur l'arbre même d'où ils sortent avant de prendre leur essor, aient pu, ce faisant, s'intoxiquer, ce qui pourrait expliquer dans une certaine mesure le nombre relativement restreint d'attaques dont furent l'objet les témoins aussi bien que les sujets traités eux-mêmes.

Remarquons que le traitement se révéla efficace même sur les arbres qui se trouvaient déjà attaqués le jour où il fut effectué. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les insectes, tout en creusant leurs galeries, reviennent assez souvent à l'orifice d'entrée afin de rejeter la moulure de bois résultant de leur travail, et qu'ils ont pu de la sorte être empoisonnés, d'autant mieux qu'il est probable qu'à la pression où fut exécutée la pulvérisation, la bouillie a sans doute pu pénétrer quelque peu dans les gale-

(1) Sur l'ensemble de ces attaques, une seule a été relevée sur un arbre traité à l'H. C. H.

ries. Il s'agit là d'une constatation d'ordre pratique, et il ne paraît pas cependant, jusqu'à plus ample information, que la date du traitement puisse être pour autant différée.

Il est à noter de plus que le traitement fut effectué dans d'excellentes conditions, la période assez longue de beau temps qui se situa, ainsi qu'il a été dit, à ce moment, ayant sans doute permis à tous les insectes de sortir, ce qui a rendu inutile l'application d'une deuxième pulvérisation.

III. — LA LUTTE PAR ÉRADICATION

Le traitement chimique n'est, bien entendu, pas le seul moyen de lutte contre *Xyleborus dispar*. Le procédé de tous temps pratiqué et qui consiste à arracher les sujets contaminés, qu'ils soient ou non encore en vie, conserve toute sa valeur, à condition que cette mesure soit exécutée de façon très rigoureuse. Les deux cas suivants constituent des exemples suffisamment éloquents :

En 1948, de très importants dommages avaient été constatés à *Charly* (Rhône) dans une plantation de poiriers en palmettes. Sur un total de 276 arbres, 97, soit plus de 30 p. cent, étaient morts ou très débilités par suite d'attaques de Xylébore. Les quelques essais de traitements curatifs effectués en été, s'étant montrés, comme prévu, absolument inefficaces, il fut procédé, dans le courant de l'hiver suivant, à l'éradication soigneuse de tous les arbres ou parties d'arbres atteints. Au cours de l'été 1949, aucune trace d'infestation ne put être constatée, en dépit d'un état sanitaire général du verger assez peu satisfaisant. Un nouvel examen en été 1950 n'a pas révélé davantage d'infestation.

Dans un autre verger, situé à *la Tour de Salvagny* (Rhône) et planté de quelques centaines de pommiers et de poiriers âgés de 12 à 15 ans, formés en cordons et en palmettes, des attaques de Xylébore, d'importance plus minime toutefois, avaient été constatées dès 1947 ; une trentaine de sujets furent alors plus ou moins gravement infestés. Mais le propriétaire, voulant conserver le plus grand nombre possible d'arbres, se limite pendant plusieurs années à l'arrachage des seuls sujets ou à l'amputation des seuls organes entièrement desséchés, conservant ceux qui, sans en avoir péri, hébergeaient cependant encore des insectes vivants. Ainsi, en 1948 et en 1949, les attaques de Xylébore, bien qu'en légère régression, furent cependant assez graves pour détruire chaque fois une quinzaine d'arbres.

Ce n'est qu'au cours de l'hiver 1949-1950, que l'arboriculteur propriétaire du verger en question, a procédé à une éradication totale, intéressant non seulement les arbres morts, mais aussi les végétaux ou parties de végétaux encore vivants malgré les infestations dont ils avaient été l'objet. Cette éradication fut complétée fin mars 1950 par un traitement général

de toute la plantation, dirigé principalement contre l'Anthonome du pommier, mais également contre certains autres insectes. Ce traitement effectué à l'aide de D. D. T. additionné d'huiles de pétrole, étant donnée la date à laquelle il fut appliqué, eut probablement, lui aussi, s'il en était encore besoin, une action limitatrice sur la pullulation du Xylébore. Le résultat de l'ensemble de ces mesures paraît en tous cas avoir été satisfaisant, puisque dans le courant de l'année 1950, aucune nouvelle attaque n'a été observée dans ce verger.

IV. — AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS RESPECTIFS DES DEUX PROCÉDÉS

De ces diverses expériences, il résulte que le traitement préventif au D. D. T. additionné d'huiles de pétrole, présenterait, du point de vue de la préservation des vergers contre le Xylébore, les mêmes garanties que l'éradication totale. Il présente en outre les avantages suivants :

Il préserve les arbres d'une attaque provenant du verger même et permet ainsi de sauvegarder celui-ci malgré la menace constituée par la présence dans le dit verger d'arbres plus ou moins infestés, mais que l'on désire ne pas supprimer parce qu'ils sont encore intéressants à conserver.

Il est susceptible de préserver le verger d'une attaque provenant du dehors.

Enfin, il est efficace contre un certain nombre d'autres insectes notamment l'Anthonome du pommier, la Cheimatobie, les Cochenilles, le Pou de San José entre autres (1), et peut-être certains Aphides, d'où possibilité d'effectuer, à la même date, des traitements polyvalents.

Toutefois, étant données les teneurs en matière active préconisées, et compte tenu des divers facteurs intervenant dans son prix de revient, ce procédé présente l'inconvénient d'être assez onéreux, et, pour cette raison, ne se justifie guère que dans les cas d'infestation grave et de menace précise (tel le cas de *Branges*, par exemple), ou bien encore dans le cas, assez particulier d'une invasion récidivant chaque année malgré une éradication soigneuse, invasion qui provient de l'extérieur et qui, sans être forcément massive, risque à la longue de compromettre tout le verger. Un tel cas s'est présenté à *Cramans* (Jura), où, depuis plusieurs années, un verger de pommiers est régulièrement envahi par des insectes provenant selon toute vraisemblance, des bois des environs, qui l'entourent de toutes parts dans un rayon très rapproché.

Dans les cas d'infestation peu importante, et là où il n'y a pas de menace précise de réinfestation, il paraît préférable, car plus avantageux, de recourir à l'éradication, avec incinération immédiate des branches éliminées. Et il n'est pas contestable que si cette mesure était strictement

appliquée partout et en tous temps, les invasions de Xylébore, aussi bien d'ailleurs que les invasions d'autres Scolytides des arbres fruitiers (notamment *Scolytus rugulosus*) seraient beaucoup moins graves et beaucoup moins fréquentes.

V. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

I. — Un essai de traitement en plein champ, basé sur des données toxicologiques de laboratoire, a permis de combattre efficacement le Xylébore disparate (*Xyleborus dispar* F.) à l'aide d'insecticides de synthèse (D. D. T. principalement et H. C. H.) additionnés d'huiles de pétrole.

II. — L'ancien procédé d'éradication par destruction de la végétation attaquée ne donne de résultats satisfaisants que s'il est appliqué de façon très rigoureuse et s'il n'y a pas de menace d'infestation de l'extérieur.

III. — Le traitement chimique préventif présente l'avantage d'être efficace contre certains autres parasites généralement combattus à la même époque de l'année, mais son coût assez élevé ne le justifie pas dans les cas d'infestation peu importante où l'éradication peut suffire.

Reçu pour publication le 3 septembre 1952.

BIBLIOGRAPHIE

(1) DUMAS (P.) et VASSEUR (R.). — Les traitements coccicides des arbres fruitiers. *B. T. I. Ing. Serv. Agr.*, nº 49, Paris, avril-mai 1950.

(2) SCHVESTER (D.). — Le Xylébore disparate (*Xyleborus dispar F.*) et les principaux Scolytides nuisibles aux arbres fruitiers. *Rapport au Congrès Pomologique de France*, 80e session, Bourges, 1949.

(3) SCHVESTER (D.). — Premiers essais en laboratoire, de formules insecticides contre le Xylébore disparate : *Xyleborus dispar* F. Col. Scolytidae *Ann. I. N. R. A. série C Ann. Ep.*t.. III. nº 1 pp. 1-9 Paris 1952.

(4) VASSEUR (R.) et SCHVESTER (D.). — Le Xylébore disparate (*Xyleborus dispar* F.) dans la région lyonnaise. *Ann. Epiph.*, t. XIV (nouvelle série), 85-89, 1948.

LE MILDIOU DE L'ŒILLET

Peronospora dianthicola nov. sp.

PAR

J. BARTHELET

Station de Botanique et de Phytopathologie, Antibes

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Caractères de la maladie.**
II. — **Sensibilité des variétés.**
III. — **Biologie du parasite.**
IV. — **Moyens de lutte.**
V. — **Étude des tissus parasités.**
VI. — **Étude mycologique.**
VII. — **Sommaire.**

Le Mildiou des œillets cultivés est une maladie peu répandue, ce qui explique qu'elle n'ait pas été signalée et décrite jusqu'à ce jour. Sur ces plantes, les altérations produites par ce parasite ont été sans doute confondues par les horticulteurs avec les dessechements dus à d'autres micro-organismes : *Fusarium*, *Vermicularia*, Rhizoctone, etc...

Jusqu'à présent, le Mildiou semble localisé sur certaines races d'œillets qui ne sont cultivés dans le Midi de la France que par un petit nombre de spécialistes de la production de graines. Le développement particulièrement grave de ce Mildiou dans une culture de la région d'Antibes en 1946 et, avec une intensité moindre, les années suivantes, nous a permis d'obtenir un matériel suffisant pour faire cette description et cette étude.

CARACTÈRES DE LA MALADIE

Nous avons observé la maladie dans des cultures effectuées de la façon suivante : semis en terrine, repiquage en godets maintenus pendant

l'hiver sous châssis, mise en place au printemps en pleine terre. Les altérations apparaissent en général à la fin de l'hiver, en février-mars, sur les plantes en godets et continuent à évoluer sur les plantes mises en pleine terre.

Cette maladie se manifeste au premier aspect par un jaunissement et un rabougrissement des plantes suivi de dessiccation.

Dans la plupart des cas, il semble que les attaques commencent au

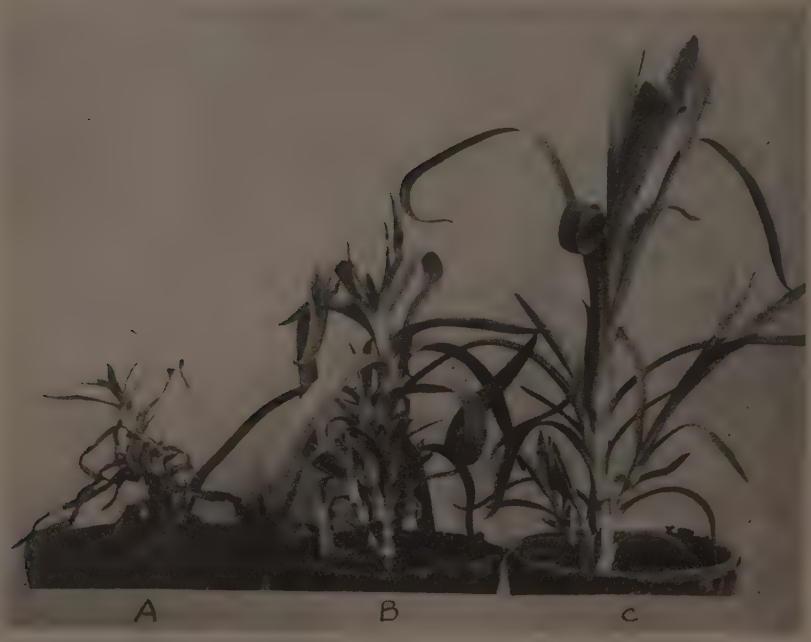


FIG. 1. — A : Plante d'œillet très attaquée par le *Peronospora dianthicola*. — B : Attaque moyenne. — C : Plante saine.

milieu des feuilles qui sont, sauf les terminales, presque toujours courbées, et progressent ensuite vers les extrémités. La partie attaquée prend d'abord une teinte vert clair, puis jaunâtre et ensuite, qu'il y ait ou non formation de conidiophores, se dessèche complètement.

Les plantes malades ont un aspect différent suivant la gravité de l'attaque, la période d'infection et la sensibilité de la variété.

Si l'attaque est grave sur variété sensible, il y a arrêt complet de développement et dessiccation rapide de toute la plante (fig. 1 A). Dans d'autres cas, l'invasion du parasite dont l'action est analogue à celle d'un pincement provoque un développement abondant de bourgeons axillaires et donne à la plante un aspect buissonnant assez caractéristique (fig. 1 B

et 2). Ces jeunes pousses sont à leur tour contaminées par suite de la proximité immédiate de conidies abondantes et, dans certains cas, par cheminement du mycélium du parasite dans les tissus des tiges.

Sur certaines plantes qui présentent une résistance relative, les tiges envahies par le parasite, prennent un aspect court-noué : diminution des

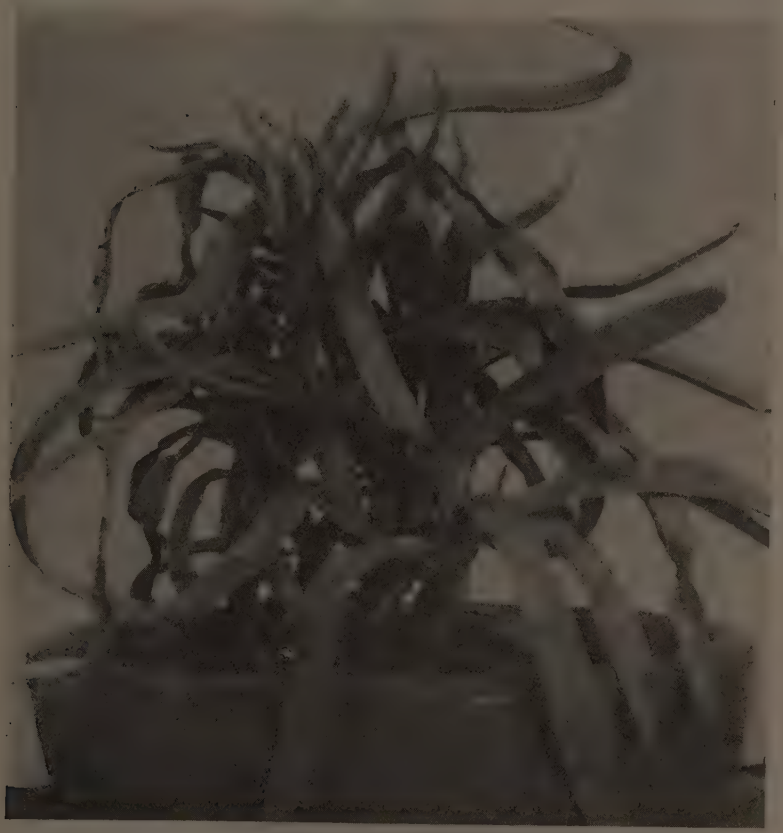


FIG. 2. — Plante d'œillet malade montrant un développement des bourgeons axillaires.

dimensions des feuilles, épaississement des tiges, raccourcissement des entre-nœuds, donnant ainsi des tiges fort analogues aux pousses spiciformes produites sur le houblon par le *Pseudo-peronospora humuli* (fig. 3).

Parfois enfin, certaines tiges échappent à la contamination et arrivent presque à floraison.

En général, les feuilles malades se recouvrent à leur partie inférieure d'un feutrage gris violacé formé par les conidiophores du parasite (pl. 2 A). Il n'est cependant pas rare d'en observer à la face supérieure.

Comme nous l'indiquions plus haut, la dessiccation du feuillage a pu amener les horticulteurs à confondre cette maladie avec d'autres alté-

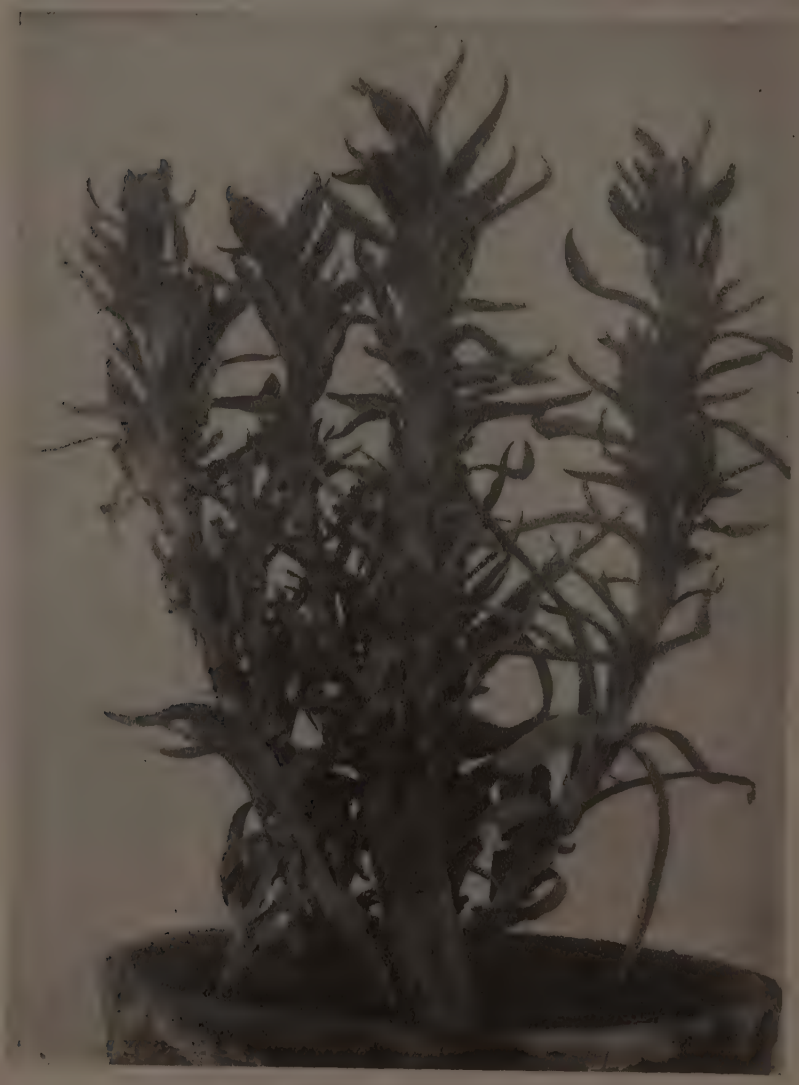


Fig. 3. — Plante d'œillet malade avec tiges spiciformes.

rations de l'œillet. Cependant, les mortalités de jeunes plantes qui sont souvent produites, par exemple, par des attaques massives de Rhizoctone, sont alors assez brusques, comme toutes celles qui sont dues à des nécroses

du système radiculaire ; dans l'œillet, elles ne s'accompagnent généralement pas d'une prolifération de la plante.

D'autres parasites, *Fusarium*, *Vermicularia*, produisent des dessiccations sur des plantes beaucoup plus âgées, ayant presque atteint leur taille normale à une période de l'année où la température est nettement plus élevée.

SENSIBILITÉ DES VARIÉTÉS

Nous avons pu observer une série assez importante de variétés d'œillets attaqués par cette maladie, ce qui nous a permis d'effectuer, au début du printemps, une notation de leur sensibilité au parasite. Peu d'entre elles se sont montrées indemnes. Dans certains lots, au contraire, la totalité des plantes était contaminée, parfois très gravement.

Il y a peu d'indications à tirer de la couleur des fleurs ; cependant, les variétés à fleur jaune et, en particulier, la variété « Marie Chabaud », sont très touchées tant au point de vue du nombre de plants malades que de la gravité des dégâts.

Sensibilité des variétés

Œillets doubles perpétuels géants

	Plants malades p. cent
Marie Chabaud, couleur jaune soufre	100
Étincelant, couleur rouge Cardinal	100
Reine rose pâle, couleur rose France	90
Légion d'Honneur, couleur rouge cuivré	80
de Fantaisie, couleur fond jaune clair	80
Enfant de Nice, couleur blanc	80
Enfant de Nice, couleur chair	50
Rubis, couleur rouge rubis	40
Enfant de Nice, couleur panaché	30
La Perle, couleur mauve rosé	30
Nero, couleur rouge sang	30
Enfant de Nice, couleur rose	20
Magenta, couleur magenta rougeâtre	10
Enfant de Nice, couleur aurore	5
Enfant de Nice, couleur mauve	5
Enfant de Nice, couleur saumon	5
Reine rose, couleur carmin de cochenille	5
de Fantaisie, couleur fond blanc	4
Mikado, couleur violet	2
de Fantaisie Avranchin, couleur variée	1
Enfant de Nice, couleur giroflée	0

BIOLOGIE DU PARASITE

Comme pour beaucoup de Peronosporées sur plantes bisannuelles, il y a certainement quelques contaminations à l'automne, pendant les périodes chaudes et pluvieuses. C'est là un fait que l'on observe aussi, par exemple, sur le Mildiou de la Cardère à foulon (*Peronospora dipsaci* Tul.).

Ces quelques foyers primaires, parfois restreints, fournissent un matériel infectieux pour les attaques qui se produisent en fin d'hiver, dès que la température est suffisante pour la formation des conidies.

L'abondance des œufs est certainement une source très importante de contamination et, dans le cas que nous avons observé, la culture répétée sur le même terrain permet de penser que le rôle de ce matériel infectieux est essentiel dans l'aggravation de la maladie. Il est difficile d'incriminer d'autres plantes hôtes. Il n'y avait pratiquement aucune autre Caryophyllée botaniquement voisine dans ces terres horticoles soigneusement travaillées. Les quelques Caryophyllées spontanées trouvées à proximité : *Cerastium*, *Stellaria* étaient attaquées par un mildiou du groupe du *Peronospora Alsinearum*, espèce fort différente et facile à caractériser par son revêtement conidien blanc et ses œufs à épispore réticulée.

MOYENS DE LUTTE

Des applications cupriques effectuées en février, avant la généralisation de la maladie et l'apparition des conidiophores, ont donné de bons résultats. Les bouillies cupriques doivent être additionnées d'un adhésif pour mouiller et adhérer sur la cuticule cireuse qui recouvre les feuilles d'œillets. L'addition de caséine à la bouillie bordelaise a donné toute satisfaction.

ÉTUDE DES TISSUS PARASITÉS

Une coupe transversale de feuille nous montre les parenchymes palissadiques et lacuneux envahis par un abondant mycélium intercellulaire, non cloisonné, mesurant en moyenne 6 à 7 μ de diamètre.

Dans les méats parfois assez grands de ces tissus, le mycélium prend souvent un aspect variqueux et certaines parties pourraient se confondre avec des suçoirs. Ces derniers sont cependant très rares dans les feuilles (pl. I A).

Sur ce mycélium, le plus souvent à la limite des tissus palissadiques et lacuneux, se forment des oogones avec anthéridies paragynes qui, après fécondation, donneront les œufs, forme sexuée du champignon (pl. I A).

Au niveau des stomates, le mycélium forme un amas plus dense dans la chambre stomatique et développe des faisceaux de conidiophores qui sortent par groupe de 4 ou 5 du méat stomatique.

Dans les tiges, le parasite est très visible, surtout dans les parenchymes cortical et médullaire. On y observe de nombreux suçoirs, surtout dans les zones périvasculaires. Ces suçoirs, de forme généralement allongée,

simples ou peu ramifiés, atteignent 15 à 25 μ de longueur (pl. I B). Il existe cependant dans le parenchyme situé près du liber des suçoirs de forme presque globuleuse (pl. I C).

ÉTUDE MYCOLOGIQUE

On peut rapprocher le *Peronospora* que nous étudions ici du *Peronospora dianthi* décrit par de BARY en 1863 sur *Tunica prolifera* (L.) SCOP. et que divers auteurs ont signalé sur d'autres Caryophyllées : *Agrostemma*, *Silene*, *Melandryum* (SCHRÖTER, 1889) *Gypsophile* (JACKZEWSKY 1901).

GAÜMANN dans sa grande monographie du genre *Peronospora* ne semble pas avoir pu étudier l'échantillon type de DE BARY. Effectuant un examen d'ensemble des *Peronospora* se développant sur les Caryophyllées, il a été amené, à la suite d'études biométriques des spores sur les différentes plantes de cette famille, à séparer les deux espèces anciennes : *Peronospora Alsinearum* et *Peronospora dianthi* en plusieurs espèces nouvelles plus étroitement spécialisées sur certaines plantes hôtes.

Le *Peronospora dianthi* espèce collective aux limites imprécises a donc été séparé en :

Peronospora Arenariae (BECK.) Tul. sur *Moehringia trinervia* ;

Peronospora campestris GAÜM sur *Arenaria serpyllifolia* et *A. ciliata* :

Peronospora vexans GAÜM. sur *Silene* divers ;

Peronospora Agrostemmatis GAÜM. sur *Agrostemma Githago*.

Le champignon que nous étudions ici peut s'ajouter à cette liste. En effet, les dimensions de ses spores ne permettent pas de l'identifier complètement à l'une des formes ci-dessus.

Nous représentons dans les figures 4 et 5 les courbes de dimension des conidies de certaines de ces formes étudiées par GAÜMANN, celles qui se rapprochent le plus de la forme sur œillet, c'est-à-dire le Mildiou de l'*Agrostemma Githago* et le Mildiou du *Silene inflata*, en y ajoutant cette dernière ; nous avons, bien entendu, adopté des éléments de mesure identiques à ceux utilisés par cet auteur pour rendre les courbes comparables. On voit que la courbe du *Peronospora dianthi* (fig. 4 I et fig. 5 I) se sépare nettement de celles des deux autres espèces.

Les œufs du Mildiou de l'œillet mesurent en moyenne 39 μ de diamètre avec une épispore recouverte de verrucosités vermiculées (pl. II E). Ces verrucosités, dans tous nos échantillons, sont beaucoup plus nombreuses que dans le dessin peut-être un peu schématisé fait par DE BARY d'œufs de *Peronospora* sur *Tunica prolifera*.

Les dimensions des spores du Mildiou de l'œillet et des œufs permettent donc de le séparer des deux autres et d'en faire une espèce ana-

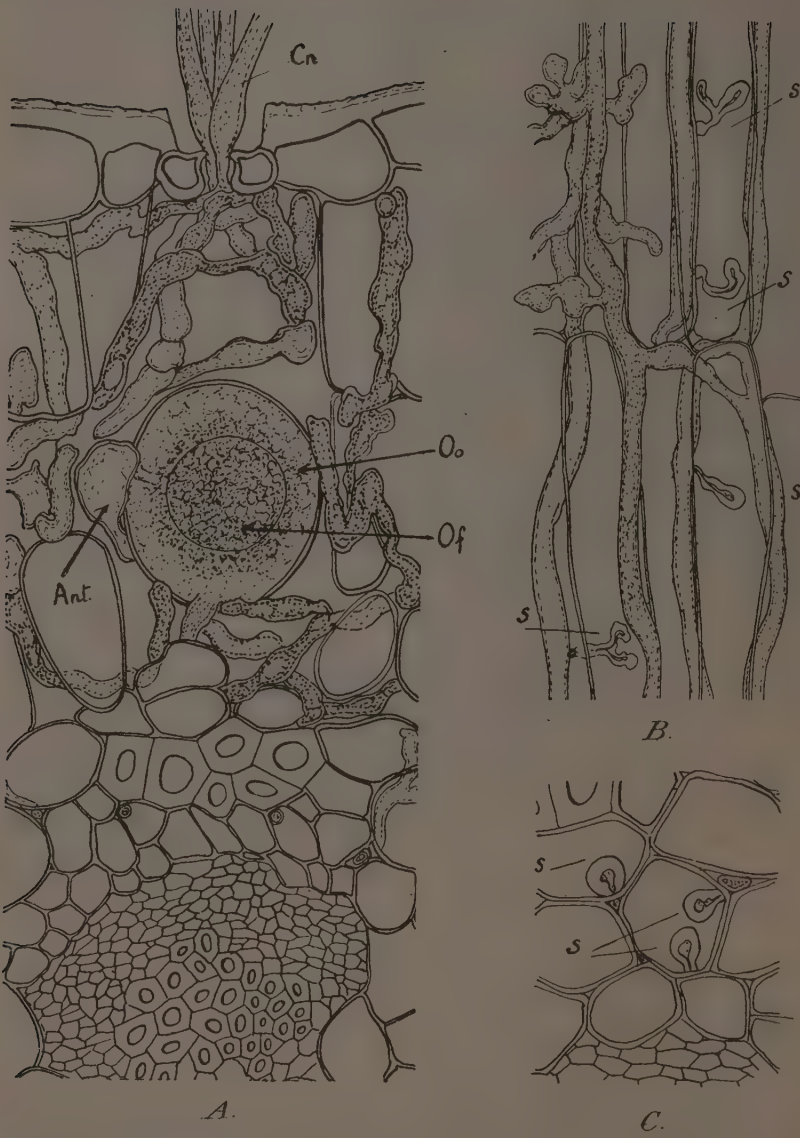


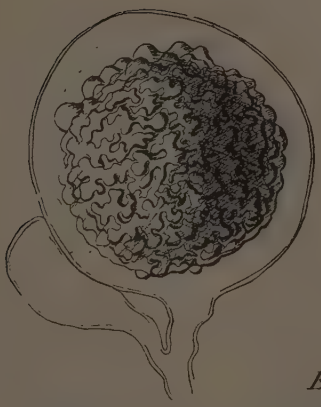
PLANCHE I. — Mildiou de l'œillet : A : Coupe dans une feuille : *Oo* oogone ; *Of* œuf ; *Ant.* anthéridie ; *Cn* base de conidiophores Gr. : 500. — B : Coupe longitudinale de tige ; *s* suçoirs Gr. : 500. — C : Coupe transversale de tige ; *s* suçoirs globuleux près du liber Gr. : 650.

A.

D

C.

B



E.

PLANCHE II. — *Peronospora dianthicola* nov. sp. : A : feuille couverte de conidiophores Gr. : 4. — B : Conidiophores Gr. : 500. — C : extrémités de conidiophores Gr. : 1 000. — D : Conidies (Gr. : 650. — E : œufs Gr. : 800.

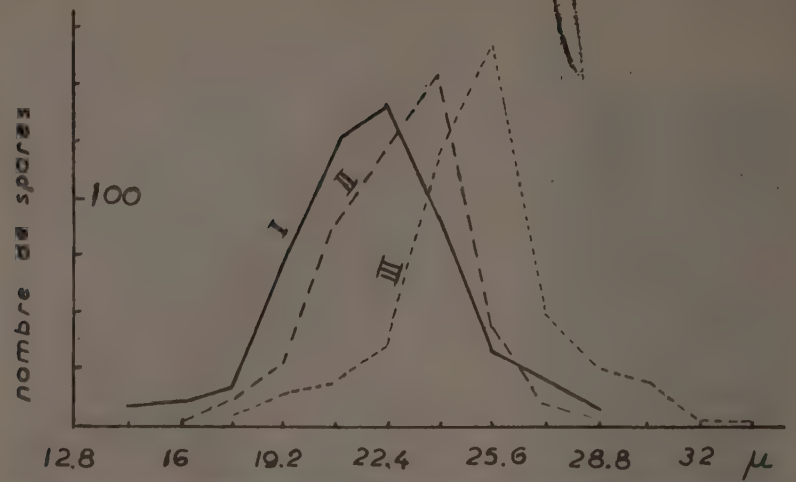


FIG. 4. — Moyenne des longueurs de spores. — I : *Peronospora dianthicola* sur *Dianthus caryophyllus*. — II : *Peronospora vexans* GAÜM. sur *Silene inflata*. — III : *Peronospora Agrostemmatis* GAÜM. sur *Agrostemma Githago*.

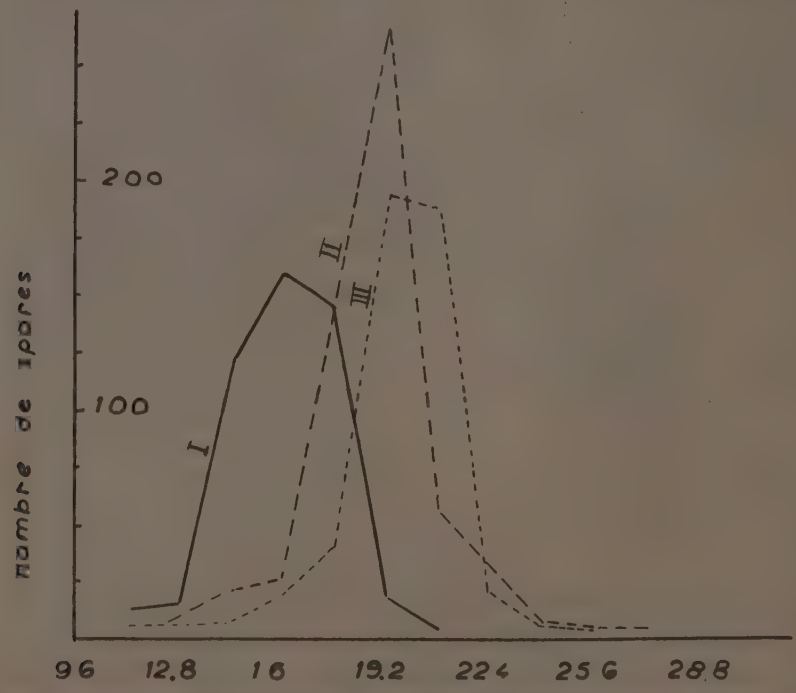


FIG. 5. — Moyenne des largeurs de spores. — I : *Peronospora dianthicola* sur *Dianthus caryophyllus*. — II : *Peronospora vexans* GAÜM. sur *Silene inflata*. — III : *Peronospora Agrostemmatis* GAÜM. sur *Agrostemma Githago*.

logue à celles qui ont été décrites par Gaümann. Nous proposons donc pour cette forme nouvelle le nom de *Peronospora dianthicola* et la diagnose suivante :

— Revêtement conidien dense, de couleur gris-violacé, recouvrant toute la surface inférieure des feuilles ; conidiophores sortant par groupe de 4 ou 5 des stomates, hauts de 280 à 350 μ, ramifiés à mi-hauteur environ en rameaux divariqués terminés par des stérigmates assez courts de 10-12 μ de longueur. Conidies légèrement violacées mesurant en moyenne 23,8 × 17,78 μ ; Oogones à parois minces et anthéridies amphigines ; Œufs sphériques de couleur brune, à épispore recouverte de verrues vermiculées, connexes, nombreuses, ayant un diamètre de 39 μ en moyenne ; Hab. sur feuilles vivantes d'œillet variété double perpétuel à Antibes, mai 1946.

SOMMAIRE

L'étude d'un mildiou sur œillets cultivés a permis d'identifier une espèce nouvelle *Péronospora dianthicola*. Ce parasite cause des dégâts importants dans certaines cultures du midi de la France et peut être combattu par des traitements cupriques.

Reçu pour publication le 17 février 1953.

BIBLIOGRAPHIE

(1) De Bary (A.). — Recherches sur le développement de quelques champignons parasites. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, IV, série XX, p. 5-148, 1863.
(2) Schröter (J.). — Die Pilze Schlesiens, Breslau, 1886.
(3) Berlese (A. N.). — Icones fungorum ad usum sylloges Saccardianae atcomodatae-Phycomycetes, fasc. I, Peronosporaceae (Padavii), p. 1-40, 1898.
(4) Gaümann (E.). — Beiträge zu einer Monographie der Gattung *Peronospora* Corda, Zurich, 1923.

MILDIOU DE LA VIGNE ET NOUVEAUX PRODUITS DE LUTTE

PAR

M. GAUDINEAU (Mlle), et C. M. MESSIAEN (1)
Station de Pathologie Végétale, Pont-de-la-Maye

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction. — Les invasions de mildiou de 1947 à 1952.**

II. — **Comparaisons de produits en 1951.**
Disposition adoptée et notations.
Produits examinés en 1951 et résultats antérieurs.
A. — Essais normaux.
Oxychlorure de cuivre.
Oxydes cuivreux.
Acétates.
B. — Petits essais
Dithiocarbamates.
Thirame.
Dérivés des quinones.
Autres fongicides organiques.
Résultats de 1951.

III. — **Essais de 1952.**

IV. — **Conclusions.**

I. — INTRODUCTION

Cet exposé est destiné à faire suite aux résultats des comparaisons expérimentales sur l'efficacité des produits contre le Mildiou de la vigne, réalisées dans le vignoble de la Grande Ferrade chaque année depuis 1941 et publiées de 1942 à 1944 (1, 2, 12) ; la période sèche 1944-1950 n'a donné lieu qu'à des attaques faibles de mildiou, de sorte que la discrimination des produits nettement insuffisants était seule possible, mais qu'une comparaison des autres produits n'était pas valable.

(1) Avec le collaboration technique de R. Lafon et J. Simone.

C'est seulement en 1951 qu'une attaque grave de Mildiou sur grappes nous a donné des résultats probants, que nous exposerons ici après avoir relaté les particularités climatiques et biologiques, liées au développement de la maladie, durant la période sèche 1944 à 1950. Nous les compléterons par les résultats obtenus en 1952, de moindre intérêt par l'absence d'attaque sur grappes.

Ont été examinés divers sels de cuivre, oxydes (13) et oxychlorures — vers lesquels s'était portée la production industrielle depuis 1943, en raison de la raréfaction du cuivre et aussi de l'acide sulfurique (14) — et des fongicides nouveaux, pour la plupart dérivés organiques de synthèse ne renfermant pas de cuivre.

Les invasions de mildiou de 1947 à 1952. — Un rapide coup d'œil sur les caractéristiques des années à Mildiou faible, nous démontrera à nouveau combien l'évolution du parasite est liée à la coexistence des conditions de température et d'humidité (température moyenne supérieure à 11°C et présence d'eau liquide formée par les pluies ou rosées). Elles déterminent l'apparition des invasions primaires du parasite, puis sa multiplication, mais pour que la maladie se répercute sur la production, leur persistance doit s'étendre au-delà de la véraison. Nous trouverons, au long de ces années, que l'extension du parasite et ses dégâts ont été limités tantôt par des discordances entre chaleur et humidité, tantôt par des excès de température.

En 1947, le printemps a présenté une alternance de périodes trop sèches (du 5 avril au 1er mai, puis en juin et juillet), trop froides ensuite lorsque la pluviosité devint suffisante (du 1er au 5 mai, du 14 au 20 mai). Il en est résulté une attaque tardive, faible, n'intéressant que les feuilles, sans atteinte sur grappes à aucun stade. Une des particularités de l'attaque a été l'apparition, dès le début d'août, des lésions en « point de tapisserie » ou suivant les nervures, comme on n'en observe qu'à la mi-septembre et qui sont des aspects tardifs du Mildiou.

Deux traitements ont été exécutés, celui du 9 juin imposé par les premières sorties de conidies, celui du 10 juillet basé seulement sur la période « critique », accusée par les statistiques pour la région.

En 1948, la sécheresse de mars et avril a retardé l'apparition du Mildiou jusqu'après le 20 mai ; son développement rapide en juin a donné lieu à un Rot-gris assez abondant, avec évolution fin juillet sur feuilles et sur grappes. Mais le Rot-brun a été rapidement arrêté après le 10 août : date après laquelle il y eut seulement de petites pluies avec un minimum de température supérieur à la normale.

L'abondance des conidies en juin a déterminé d'assez nombreux traitements : 20 mai, 10 et 30 juin, 12 juillet, 3 août ; mais il n'y eut pas de dégâts sur la récolte.

En 1949, à une sécheresse prolongée du 25 mai au 5 septembre (à peine interrompue par de petites pluies de 10 mm, les 15, 16 et 18 juillet), s'est ajoutée, du 25 juin au 20 août, la prédominance des vents d'est et du nord, déterminant une évaporation excessive. De plus, la température élevée du 25 juin au 30 septembre, avec des maxima dépassant 30° a limité l'existence même du parasite. Il en résulte une extension faible des premières attaques apparues à la mi-mai : pas de Rot-gris ni de Rot-brun sur grappes. Trois traitements : 18 mai, 15 juin et 7 juillet, ce dernier n'étant à nouveau qu'une assurance dans la période critique.

La période végétative, peut-être en raison de la température élevée de septembre, s'est considérablement prolongée, à tel point que les chutes de feuilles n'ont débuté, dans les parcelles non traitées, qu'un mois après la date normale de mi-septembre et que l'aoûtement ne s'est fait qu'en décembre.

En 1950, les périodes pluvieuses du mois d'avril coïncidant avec un abaissement marqué de la température, le Mildiou n'est apparu qu'en mai, avec un nombre de taches réduit et une dispersion très limitée jusqu'aux pluies orageuses des 15-16 et 17 juin qui ont déterminé une sortie de Rot-gris. Ensuite, le Rot-brun s'est étendu pendant trois semaines en juillet, mais son évolution fut arrêtée, après la véraison, par la température élevée du mois d'août. De sorte qu'aucune discrimination de l'action des bouillies n'a été possible bien que cinq traitements aient été exécutés les 16 mai, 2 et 15 juin, 7 et 26 juillet.

De cette vue rapide se dégage nettement la notion de limite imposée par le climat à l'évolution d'un organisme toujours prêt à multiplier ses attaques et toujours virulent, comme le démontre l'extension qu'il prend en 1951 à la faveur d'un été pluvieux. Nous exposerons avec plus de détails l'évolution de la maladie en 1951 ; le graphique ci-contre met en évidence la répartition des périodes pluvieuses à la Grande-Ferrade de mai à septembre. Nous devons ce graphique à l'obligeance du Service de la Protection des Végétaux qui l'a réalisé d'après les observations faites au laboratoire et en plein champ, et nous lui exprimons nos vifs remerciements (fig. 1).

Le Mildiou, en 1951, a présenté une évolution tardive et limitée sur les feuilles, avec une invasion de Rot-gris étalée du 28 juin à la mi-juillet, suivie de Rot-brun en progrès constant jusqu'au début août, et qui a repris une activité tardive en septembre.

Un examen détaillé révèle du 15 mars environ jusqu'au 15 avril, un abaissement de température qui, à l'encontre des pluies du début avril, retarde la germination des œufs d'hiver. La température remonte en fin d'avril, une accélération de germination des œufs fait craindre une prochaine infection primaire et motive une surveillance plus étroite du vignoble. Quelques petites pluies, qui semblent l'amorce d'une période hu-

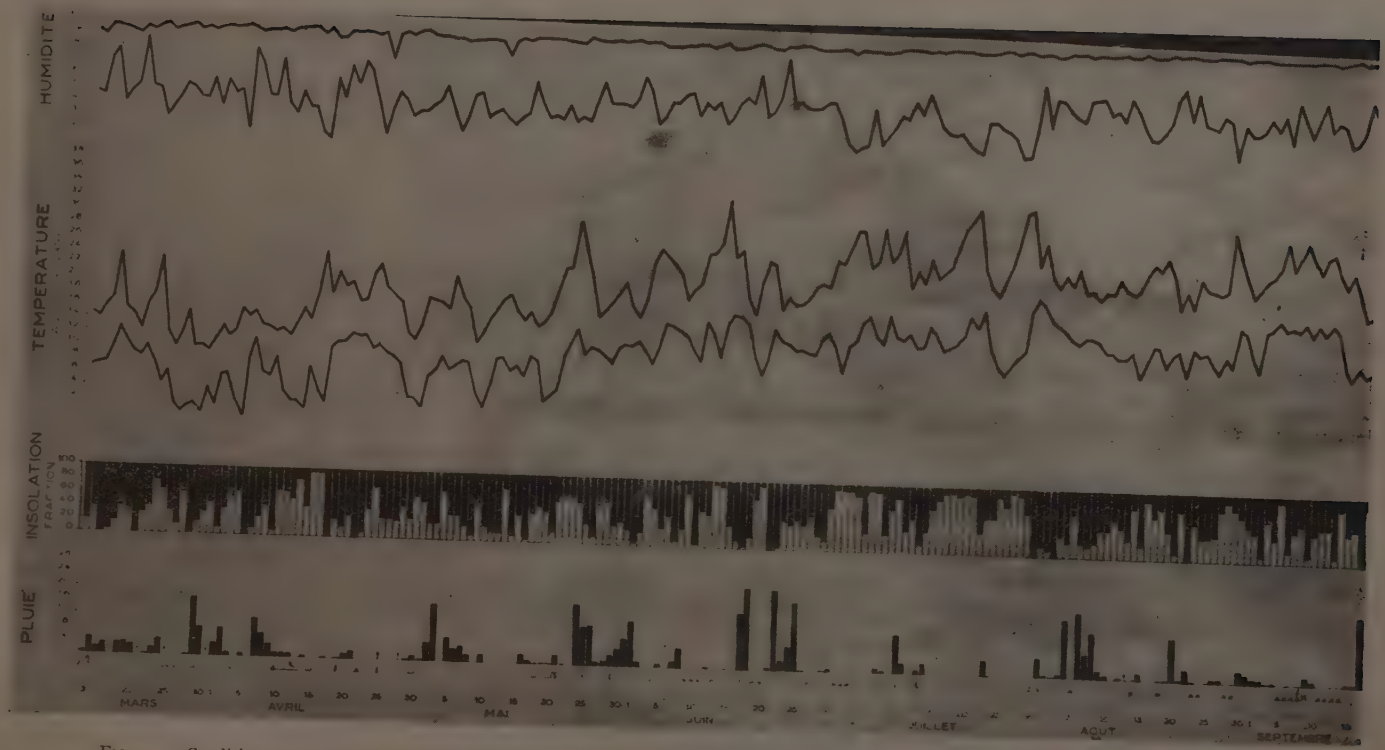


FIG. 1. — Conditions météorologiques enregistrées à la Grande Ferrade en 1951 ; graphique établi par le Service de la Protection des Végétaux. — Avertissements agricoles. — Bordeaux.

mide, nous amènent à réaliser un traitement le 7 mai ; des abaissements de température en mai ne permettent qu'une observation tardive de l'infection primaire. Les conidies n'apparaissent que le 9 juin sur les taches d'huile ; l'abondance des pluies pendant le mois de juin (23 jours de pluie) et la température moyenne toujours au-dessus de 11° déterminent une évolution très rapide de la maladie sur les feuilles.

Quelques jours après la floraison, le 25 juin, on peut constater du Rot-gris sur un grand nombre de grappes où l'invasion, ralentie par une période sans pluie du 31 juin au 6 juillet, repart avec les précipitations des 7, 8, 10 et 11 juillet. Le Rot-brun est noté le 13 juillet, mais l'attaque reste stationnaire durant la deuxième quinzaine de juillet où le temps est beau et sec. De nouvelles contaminations ont lieu au début d'août et la pluviosité du mois (22 jours de pluie) permet leur extension ; l'aggravation du Rot-brun se poursuit encore en septembre à partir des infections antérieures des grains ou même à partir de râfles atteintes. L'insuffisance de chaleur durant le mois d'août a différé la maturation du raisin jusqu'au début d'octobre et l'aoûtement des sarments a présenté aussi un retard de plusieurs semaines.

Dès le mois de juin, la fréquence des pluies et l'élévation de la température mettaient les viticulteurs en alerte constante ; les traitements ont été fréquents durant cette période, afin de prévenir les contaminations secondaires. Celles-ci ne sont plus possibles lorsque les grains ont atteint un certain développement et que les stomates se ferment ou que la véraison est dépassée ; aussi le dernier avertissement a-t-il été donné le 10 août.

Dans les parcelles d'expériences, nous avons effectué sept pulvérisations en 1951 et cinq seulement en 1952 :

	1951	1952
1re pulvérisation	7 mai	8 mai
2e »	1er juin	23 mai
3e »	13 juin	10 juin
4e »	22 juin	8 juillet
5e »	6 juillet	1er août
6e »	17 juillet	
7e »	2 août	

En 1951, l'expérimentation a été réalisée sur Merlot, cépage sensible au Mildiou, spécialement sur grappes, tandis qu'en 1952, elle a été faite sur Cabernet plus sensible sur feuilles.

II. — COMPARAISON DE PRODUITS EN 1951

Disposition adoptée et notations

Pour la réalisation de ces essais, le vignoble d'expérience a été divisé en quatre blocs, chacun d'eux comprenant les cinq produits à examiner, une parcelle sans traitement, et deux parcelles traitées à la bouillie bor-

delaise à 1 p. cent pour l'une et 0,5 p. cent pour l'autre. De plus, les blocs consécutifs étaient séparés par une bande traitée à la bouillie bordelaise à 2 p. cent qui nous servait de produit de comparaison. Chacun des produits utilisés se trouvait donc appliqué sur quatre parcelles placées au hasard dans chacun des blocs. Pour les petits essais, nous avons disposé des demi-parcelles *p* sur une bande de quatre lignes juxtaposée au dernier bloc, et répétée à l'extrémité de chacun d'eux. La disposition générale était la suivante :

B. b. 2 pour cent

1	5	3	4	*p*
7	2	8	6	*p*

Les notations ont été faites sur chacun des ceps des deux lignes médianes du lot, tout d'abord avant chacune des sept pulvérisations et, de plus, toutes les fois que se manifestait une évolution de la maladie.

C'est ainsi qu'après avoir fait le relevé des ceps porteurs de taches d'huile ou d'efflorescences le 22 mai, puis les 9 et 23 juin, nous avons, le 13 juillet, compté les feuilles malades sur chaque cep et fait une estimation de la surface atteinte. Celle-ci se situait en moyenne entre 2 et 3 cm^2 par feuille sur les témoins non traités, tandis qu'elle variait de 1,4 à 1,7 dans les bandes traitées à la bouillie bordelaise à 2 p. cent. Après une légère extension, l'évolution sur feuilles s'est arrêtée à la fin du mois de juillet. Un comptage des grappes atteintes par le Rot-gris a été fait dans les derniers jours de juin ; repris le 13 juillet en même temps qu'un dénombrement total des grappes par cep. Le Rot-brun a progressé à partir de la mi-juillet et un nouveau comptage de grappes malades était effectué le 28 juillet ; tandis que, le 7 août, après la dernière pulvérisation, un pourcentage de grains malades était établi pour chaque cep.

Par une notation fin août, limitée aux parcelles les plus atteintes, nous avons constaté que l'attaque était restée stationnaire pendant le mois d'août, tandis qu'il y eut en septembre une aggravation due à l'extension des infections antérieures sur les grains eux-mêmes et à de nouvelles pénétrations à partir des râfles et des pédoncules. C'est ce qui découle de la comparaison des pourcentages de Rot-brun en août et septembre.

Pour être complet, il faut ajouter qu'une évaluation globale, le 15 septembre, de la tenue du feuillage sur les deux lignes médianes se révéla sans grand intérêt, parce qu'elle ne comportait que de faibles différences entre les lots.

La végétation a montré une prolongation inusitée, consécutive à la température fraîche durant le mois d'août, et la maturation a été retardée

jusqu'au début d'octobre. Au moment des vendanges, après le 5 octobre, les pesées de récolte ont pu être effectuées tandis que l'aoûtement des sarments retardait jusqu'au 28 octobre les pesées de feuilles.

Parmi les diverses notations réalisées en 1951, nous considérons comme les plus significatives l'évaluation au 1er octobre du pourcentage de Rot-brun sur grappes et la pesée de grappes effectuée du 5 au 9 octobre. Nous donnons dans les tableaux I et II, en regard de chacun des produits utilisés, le pourcentage de grappes saines début octobre, établi d'après l'estimation de Rot-brun et dans les colonnes suivantes, les moyennes par cep des pesées de grappes et pesées de feuilles.

Produits examinés en 1951 et résultats antérieurs

L'expérimentation réalisée depuis 1944, si elle n'avait pas donné lieu à un classement de produits, nous avait permis chaque année de reconnaître et d'écarter ceux qui ne présentaient qu'une action nettement insuffisante et médiocre. D'autre part, parmi les produits les plus intéressants, la dose d'emploi avait pu être modifiée dans le sens d'un meilleur rendement économique. Diverses formules ayant été ainsi retenues, les unes cupriques, les autres à base de fongicides organiques, ont été réparties en deux catégories :

A) essais « normaux » exécutés sur quatre répétitions de lots, comportant quatre lignes de ceps dont les deux médianes nous ont servi pour les notations et pesées ;

B) essais « en petit » ne comprenant que deux répétitions et un total de 40 ceps.

L'ensemble a été traité dans la même journée, la pulvérisation réalisée avec des appareils à dos à pression préalable, du type « Colibri » (de Vermorel) sous une pression initiale de 15 kg. Les quantités ont été sensiblement les mêmes pour les essais normaux.

A. — Dans les **essais normaux** se trouvaient inclus : (tabl. I)

— deux *oxydes cuivreux* U et G, de fabrications françaises différentes, même dans le principe, mais renfermant tous deux 50 p. cent de cuivre métal et employés à raison de 500 g par hl ;

— un *oxychlorure de cuivre* micronisé à 50 p. cent en cuivre, utilisé à 1 p. cent ;

— le mélange *verdet* + *permanganate*, proposé sous la dénomination « formule DX » ;

— un produit *arsenicocuprique* C à une dose correspondant à la bouillie bordelaise à 1 p. cent.

Les *oxychlorures de cuivre*, jusqu'en 1940, étaient à peu près totale-

ment consacrés aux traitements des arbres fruitiers, en raison de la facilité d'emploi. Vers 1943 il devint difficile d'obtenir même l'acide sulfurique nécessaire à la fabrication du sulfate, de sorte qu'ils furent utilisés sur vignes ; la fabrication française n'avait encore fourni qu'un produit renfermant 16 et 32 p. cent en cuivre, elle mit alors sur le marché un produit dosant 50 p. cent.

Dans nos essais de 1941, l'oxychlorure de cuivre dosant 32 p. cent, appliqué à raison de 1,5 p. cent, avec quatre et cinq traitements, nous avait donné une protection très voisine de celle de la bouillie bordelaise à 1 p. cent, utilisée dans les mêmes conditions.

En 1943, nous avions eu un produit allemand à base d'oxychlorure et renfermant 15 p. cent de cuivre ; utilisé à raison de 100 g par hl, il s'était classé comme la bouillie à forte dose d'ammoniure de cuivre cellulosique (renfermant 100 g de cuivre par hl).

En 1944, le produit français nouvellement commercialisé à la teneur de 50 p. cent était mis en essais ; utilisé à la faible dose de 250 g par hl, la protection avait été du même ordre que celle de la bouillie bordelaise de même teneur en cuivre (0,5 p. cent).

Nous avons utilisé en 1951 et 1952 la fabrication la plus récente d'une firme française présentant le produit « micronisé » ; toujours à la teneur de 50 p. cent en cuivre, il était appliqué à 1 kg par hl, afin d'avoir le même apport de cuivre qu'avec la bouillie à 2 p. cent.

Les *oxydes cuivreux* sont d'application plus récente sur les plantes elles-mêmes, car certains étaient déjà utilisés comme désinfectants des semences. En 1937, une fabrication commerciale anglaise dosant 50 p. cent de cuivre métal, sous forme d'oxyde de cuivre avait été expérimentée dans les vignobles du Bordelais, à Bourg et à Pauillac, mais ne semblait pas avoir été adoptée par la pratique viticole ; elle reparut cependant en France en 1945.

Par ailleurs, les chimistes suisses, en 1941, mettaient au point un oxydule de cuivre à 50 p. cent de cuivre que nous avons expérimenté depuis 1944, ainsi qu'une fabrication française de même teneur. Ces oxydules ou oxydes de cuivre sont de couleur brun orangé, variable selon les teneurs en oxydes divers ; leur facilité de mise en suspension est contrebalancée par la faiblesse de leur pouvoir marquant — et leur conservation qui semble difficile sans altération.

L'expérimentation réalisée à la Grande Ferrade en 1944, à la dose de 250 g par hl, puis de 400 g en 1945, nous avait donné des résultats comparables aux bouillies bordelaises de même teneur en cuivre, soit respectivement à 0,5 et 0,8 p. cent.

Les attaques de Mildiou ayant été faibles sur feuilles et insuffisantes sur grappes, l'expérimentation a été poursuivie en 1946 avec les doses croissantes : 400, 500 et 1 000 g par hl, sans provoquer d'accident sur

Cabernet (quatre traitements : 6 et 21 juin, 18 et 30 juillet ; développement tardif et faible, limité aux feuilles).

En 1947, nouvelle année à Mildiou faible, les essais ont été poursuivis à la dose de 500 g par hl ; les bouillies bordelaises à 1 et 2 p. cent ont donné des résultats voisins et les oxydes de cuivre de fabrications française ou suisse ont été satisfaisants sans qu'un classement soit possible (deux traitements : 9 juin et 10 juillet). Il en est de même dans les années suivantes (1948 et 1949) et nous n'avons pu conclure à une économie de cuivre par l'utilisation de ces produits.

Les rapports de la Station fédérale d'essais viticoles de Lausanne, depuis 1945 (24 et 22), n'ont été ni plus concluants que les nôtres — l'attaque de Mildiou étant insuffisante aussi — ni plus favorables, la bouillie bordelaise ayant donné une meilleure protection pour une dépense en cuivre équivalente. Mais, en 1948, le Mildiou « se montra assez virulent pour causer, en l'absence de toute application de cuivre (témoin) une destruction quasi-totale de la récolte » ; cinq traitements furent exécutés et la bouillie bordelaise réaffirma sa supériorité. Cependant, dans des essais annexes, la vigne fut « pratiquement aussi bien défendue par deux applications de l'oxyde cuivreux S, suivies de cinq traitements à la bouillie bordelaise, que par sept sulfatages avec ce dernier produit. Les taches de Mildiou sur feuilles et les dégâts sur grappes atteignent, en revanche, des chiffres plus élevés dans les deux parcelles où l'oxyde cuivreux S a été employé pour les quatre premiers traitements ou durant toute la campagne de lutte ».

En 1949, fut introduite dans nos essais une nouvelle fabrication française d'oxyde cuivreux, selon un procédé électro-chimique qui devrait entraîner une réduction du prix de revient. L'expérimentation reprise en 1950 ne permit pas non plus de relever quelque différence d'efficacité entre ces deux types de fabrication d'oxydules dont les suspensions présentaient des propriétés physiques très différentes : remarque à rapprocher des démonstrations faites en 1939 par Heuberger et Horsfall sur la variation de l'efficacité des oxydes de cuivre en sens inverse de la taille des particules et selon les fabrications électrolyques ou précipitantes (15).

En 1951, il a donc été nécessaire de reprendre les oxydes de cuivre de ces deux fabrications françaises à la dose de 500 g par hl.

Les *acétates de cuivre* ou *verdets* sont connus de longue date pour leur efficacité anticryptogamique et ont été utilisés d'abord sous forme de verdet gris, amorphe, renfermant surtout de l'acétate dit basique $Cu(C_2H_3O_2)CuO.6H_2O$ (34 p. cent Cu) et ensuite du verdet neutre cristallisé constitué par l'acétate neutre $Cu(C_2H_3O_2)^2H_2O$ à 31 p. cent de cuivre métal.

Le verdet gris fut vivement préconisé dans la région de Montpellier

par G. Bencker (3) vers 1885 et, dès 1891, G. Foex dans son Manuel pratique de viticulture, résumait ainsi sa position : « Les expérimentations faites à l'École d'Agriculture de Montpellier avec le verdet gris, ont donné constamment d'aussi bons résultats que celles avec la bouillie bordelaise ; il a même montré une solidité au point de vue de l'adhérence plus considérable que cette dernière composition ; malgré ces considérations, il est peu probable que le verdet gris prenne jamais une bien grande place dans l'ensemble des traitements effectués à cause de l'impossibilité où l'on est de produire de très grandes quantités de cette matière ».

Les bons résultats obtenus avec les solutions de verdet étaient aussi mentionnés par Viala (26) et Pacottet (20). L'étude de leur adhérence faite en 1905 par Chuard et Porchet (8) avait montré en outre qu'en pulvérisation sur la vigne, l'acétate neutre de cuivre se décomposait en donnant de l'acétate basique et des hydroxydes ; une adhérence meilleure avec l'acétate basique avait été signalée aussi par les études de Butler et Smith (6) aux États-Unis.

Tableau I

Mildiou 1951 : Essais normaux

Produits	Dose/hl	p. cent		Pesées : moyennes par cep	
		Ppe actif par hl	grappes saines	grappes	feuilles
1. Bouillie bordelaise 2 p. cent	2 kg	500 g	95,75	100	100
2. Oxyde cuivreux U	0,500	250	94,48	100	90,6
3. Oxychlorure de Cu micronisé	1	250	97,60	92,9	87,9
4. Bouillie bordelaise 1 p. cent	1	500	95,20	92,7	102
5. Oxyde cuivreux G	0,500	250	96,15	89,9	81,4
6. Verdet	1	310	91,33	84,9	77,9
+ permanganate	0,125				
7. Bouillie bordelaise 0,5 p. cent	0,500	125	79,94	77,4	98,5
8. Cuproarsenical M	0,687	250	(1)	52,9	55,1
Témoin			0,20	3,7	4,4

(1) La notation n'a pas été possible, en raison des altérations provoquées par le produit sur les grains.

Les acétates de cuivre ont été couramment utilisés à raison de 0,6 à 1 kg pour 100 litres d'eau ; et malgré le prix de revient généralement plus élevé qu'avec la bouillie bordelaise, leur application a continué à se faire dans tous les cas où l'on cherchait à avoir des grappes indemnes de traces de produits : raisins de table et en particulier Chasselas.

En 1949, fut proposée par Desflassieux une formule où l'on cherchait à adjoindre au Verdet une protection contre l'oïdium par addition de permanganate de potasse. Dans sa communication à l'Académie d'Agriculture du 26 octobre 1949 (10) l'auteur mentionnait toutefois que, dans ses essais, trois soufrages au soufre sublimé avaient été effectués après floraison.

Le complexe verdet-permanganate a été introduit dans nos essais dès 1950 où le Rot-brun, après un début d'attaque en juillet, a été arrêté en août par la chaleur. Les notations en juillet et les pesées de feuilles en octobre indiquent une protection inférieure à celle de la bouillie bordelaise à 1 p. cent, alors que le prix de revient est supérieur à celui de la bouillie bordelaise à 2 p. cent. Afin de préciser son efficacité, le complexe a été repris dans les essais en petit à une dose plus forte de MnO_4K (500 g au lieu de 125 dans la formule initiale).

Quant au produit renfermant à la fois du cuivre et de l'arsenic, comme tous ceux du même ordre, il avait pour but de réaliser en même temps une protection contre le Mildiou et contre le ver de la grappe. C'est la raison pour laquelle il a été repris en 1951 bien que les essais de 1948 n'aient donné qu'une protection inférieure à celle de la bouillie bordelaise à 1 p. cent.

B. — Les **essais en petit** groupaient quelques produits organiques (7), sélectionnés par les essais des années précédentes :

— *éthylène-bis dithiocarbamate de zinc* à 300 g/hl ;
— *diméthyldithiocarbamate de fer* à 1 000 g/hl ;
— *dichloronaphtoquinone* à 700 g/hl ;
— n *trichlororométhylthiotétrahydrophtalimide* à 500 g/hl.

TABLEAU II

Mildiou 1951 : Petits essais

Produits	Pesées de grappes	Pourcentage de grappes saines	Pesées de feuilles
	—	—	—
1. Bouillie bordelaise 2 p. cent	100	95,75	389 g
2. *n*-trichlorométhylthiotétrahydrophtalimide 0,5 p. cent	108,7	99,88	251
3. Éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc 0,3 p. cent	104,58	97,38	446
4. Dinitrocyanobenzène + oxychlorure de cuivre 1 p. cent	101,73	96,44	343
5. Oxyde de cuivre naissant	101,70	87,13	378
6. Verdet 1 p. cent + MnO^4K 0,5 p. cent	92,8	84,56	326
7. 3-dichloro-1-4-naphtoquinone 0,7 p. cent	83,4	99,7	128
8. Diméthyldithiocarbamate de fer 1 p. cent	78,07	91,32	159
9. Acétate de phényl mercure 0,2 p. cent	31,63	59,61	112
10. Témoin non traité	5,58	95,55	76

Comme produit de comparaison, à côté de la bouillie bordelaise à 2 p. cent, nous avons repris un produit renfermant seulement 2,6 p. cent de cuivre sous forme d'oxychlorure, avec 15-16 p. cent de dinitrocyanobenzène et qui était fabriqué en Allemagne dès 1941 ; dans nos essais de 1942 et des années suivantes, nous avions constaté une défeuillaison précoce qui pouvait être évitée en réalisant au minimum un traitement (le dernier) avec une bouillie bordelaise, même faible. En période de raréfaction du sulfate de cuivre et du cuivre, l'utilisation de ce produit donnait une protection moyenne des grappes, que l'on améliorait en l'intercalant

entre des pulvérisations de bouillie bordelaise faible. Les observations faites à son sujet depuis 1942 en faisaient un terme de comparaison connu.

Les *dithiocarbamates*, en tant qu'anticryptogamiques, ont été mis dans le commerce à peu près à la même date, 1941 en Allemagne et aux États-Unis, respectivement sous forme de monométhyldithiocarbamate de zinc et diméthyldithiocarbamate de fer. Le sel de zinc fabriqué en Allemagne était en 1941 (ZILLIG) considéré comme équivalent à la bouillie bordelaise à 1 p. cent, mais avec un prix sept fois plus élevé. Dans notre expérimentation à partir de 1942, à la dose de 1 p. cent, il s'était montré de même efficacité que le dinitrosulfocyanobenzène avec le même inconvénient de chute hâtive du feuillage.

En France, un grand nombre de composés organiques avaient été expérimentés au Laboratoire de Viticulture de Montpellier par MM. BRANAS et LEVADOUX (6) et à Versailles au Laboratoire de Phytopharmacie par MOREL, en liaison avec le Service des Poudres (16 et 19). Plusieurs dithiocarbamates utilisés aussi en serre avec des résultats intéressants, avaient été appliqués dans le vignoble de la Grande-Ferrade en essais réduits, de 1946 à 1948. Les résultats en plein champ avaient été irréguliers et parfois contradictoires. En 1947, nous avons reçu en outre des États-Unis, un éthylène-bis-dithiocarbamate de soude, produit commercial liquide que l'on additionnait de sulfate de zinc et de chaux pour obtenir le sel de zinc au moment de l'application, à raison de 500 g par hl. Avec deux pulvérisations, le 9 juin et le 10 juillet, la protection du feuillage avait été insuffisante malgré la bénignité de l'attaque.

En 1950, c'est une nouvelle fabrication américaine d'éthylène-bis-dithiocarbamate de zinc qui fut essayée ; à la dose de 300 g par hl, et avec une faible attaque de Mildiou, limitée aux feuilles, vis-à-vis de laquelle la bouillie bordelaise à 1 p. cent assura une bonne protection, elle nous avait donné une efficacité du même ordre. C'est ce même produit, commercialisé aux États-Unis par plusieurs firmes, que nous avons repris en 1951 et 1952, et dont la fabrication a été autorisée en France au printemps 1952.

En 1951, nous avons aussi mis en essai sur vigne le diméthyl-dithiocarbamate de fer, dont la fabrication fut la première réalisée aux États-Unis en tant que dithiocarbamate et que nous avions essayé en 1950 contre la tavelure du pommier. Sur vigne, nous l'avons employé à la dose de 1 p. cent.

A ce même groupe de soufres organiques se rattachent en premier lieu les disulfures de tétraméthylthiurame qui peuvent dériver des dithiocarbamates par oxydation. Sous la dénomination simplifiée T. M. T. D. (1) divers produits commerciaux ont été lancés aux États-Unis pour la désin-

(1) Correspondant à Tétra-Méthyl-Thiuram-Disulfide.

fection des semences par enrobage de poudre ; nous l'avons utilisé sur quelques ceps de vigne en 1951 et 1952, mais nous ne pouvons en retenir que l'indication de non toxicité pour la vigne aux doses de 200 et 250 g par hl.

Nous avons essayé aussi, à partir de 1949, un dérivé des quinones, la *2-3 dichloro-1-4-naphtoquinone* dont les qualités anticryptogamiques furent reconnues en 1943 seulement, après étude des propriétés du chloranile qui est la tétrachloro-parabenzoquinone. Leur synthèse avait été réalisée dès 1943 et elles étaient toutes deux utilisées dans l'industrie des matières colorantes ; en 1940, le chloranile avait été essayé pour la désinfection de haricots de Lima et un produit industriel, à base de chloranile, était depuis lors mis en vente aux États-Unis pour le traitement des semences.

La 2-3 dichloro-1-4-naphtoquinone d'abord employée contre la Tavelure, nous fut remise pour essais sur vignes en 1950 ; appliquée aux doses de 0,5 et 1 p. cent sur Cabernet, elle se montra insuffisante contre le Mildiou à la dose la plus faible tandis qu'avec la dose supérieure, les raisins présentaient une légère pellicule liégeuse. Ces observations nous ont conduit à adopter la dose de 700 g par hl dans nos essais de 1951.

Plus récemment, une préparation faite aux États-Unis par les laboratoires Esso a été brevetée en 1947 : c'est un dérivé chloré de la tétrahydrophtalimide, pour lequel a été adoptée la dénomination *n-trichlorométhylthiotétrahydrophtalimide* et qui figure le plus souvent dans les études américaines sous l'abréviation SR 406. Au début 1952, ce produit n'était encore fabriqué qu'au niveau de l'expérimentation et utilisé dans deux États américains seulement. En 1950, un essai à la dose de 500 g par hl, sur quelques ceps de Cabernet, nous avait permis de reconnaître une efficacité intéressante contre le Mildiou, sans qu'il y ait une action toxique quelconque : résultat concordant avec ceux qui étaient notés à Cognac par J. Lafon dès 1949 (17). En 1951 et 1952, nous avons renouvelé l'essai à la même dose de 500 g par hl.

Nous mentionnerons un autre produit organique proposé en 1950 pour la lutte contre le Mildiou, le *sel d'ammonium de l'hexanitrodiphénylamine*, dérivé des explosifs de guerre, et dont les propriétés fongicides avaient été mises en évidence contre le Mildiou de la vigne, sur feuilles détachées du cep, par M. Gavaudan et M^lle^ Debraux (9 et 14).

Les pulvérisations ont été faites en mélangeant la solution avec un lait de chaux, additionné de sulfate d'alumine. Les résultats en plein champ en 1950 et 1952, où la formule avait été quelque peu modifiée, n'ont pas justifié les espoirs fondés sur les observations au laboratoire.

Résultats de 1951

Ainsi qu'il a été indiqué précédemment, le vignoble d'expériences avait été divisé en quatre blocs, où chacun des produits à examiner était utilisé sur une parcelle ; de sorte que chaque produit était ainsi réparti en quatre parcelles.

Pour l'étude statistique des résultats, nous avons pu cependant utiliser la méthode des couples, ayant à notre disposition, dans les bandes traitées à la bouillie bordelaise à 2 p. cent, un nombre de parcelles tel que chacune des parcelles correspondant à un produit se trouvait adjacente à l'une des parcelles de comparaison.

Afin que les résultats des divers traitements soient comparables, la moyenne générale du pourcentage de Rot-brun des parcelles traitées à la bouillie bordelaise à 2 p. cent étant 4,25 p. cent, nous avons ramené à ce chiffre la moyenne du pourcentage du Rot-brun des parcelles correspondantes à chacun des produits, et à 100 la moyenne des pesées de grappes. Nous avons représenté dans les graphiques I et II les résultats ainsi obtenus ; nous avons pu faire figurer approximativement le seuil de probabilité 5 p. cent, car il se trouve que les résultats significativement inférieurs à la bouillie bordelaise à 2 p. cent sont tous inférieurs en valeur absolue à ceux des produits non significativement inférieurs.

A titre indicatif, et afin de préciser la position des produits, nous avons indiqué le seuil de probabilité 50 p. cent de la pesée de grappes, bien que sa valeur de critère soit assez faible.

Les tableaux I et II, ainsi que les graphiques correspondants mettent tout d'abord en évidence la gravité de l'attaque du Rot-brun durant la campagne 1951 ; le témoin non traité (n° 10) a une récolte très faible (3,7-5,38) et il en est de même du pourcentage de grappes saines (0,2).

Dans la série des essais normaux, les produits qui ont donné les meilleurs résultats et se placent près de la bouillie bordelaise sont :

— l'oxyde cuivreux U à 500 g par hl ;
— l'oxychlorure de cuivre micronisé à 1 kg par hl ;
— la bouillie bordelaise à 1 p. cent ;
— l'oxyde cuivreux G à 500 g par hl.

L'étude statistique donne ainsi une équivalence de résultats pour les bouillies bordelaises à 2 p. cent et à 1 p. cent ; ce qui, à notre avis, doit être considéré comme la conséquence du grand nombre de traitements exécutés : cinq pulvérisations entre le 1er juin et le 17 juillet. Durant cette période, c'est un maximum de 13 jours qui s'est écoulé entre deux pulvérisations successives et par surcroît 15 jours seulement se sont écoulés entre le sixième et le septième traitement début août. Cette fréquence d'application a favorisé les produits de moindre efficacité comme le démontre la bouillie bordelaise à 1 p. cent. Cette opinion est appuyée et

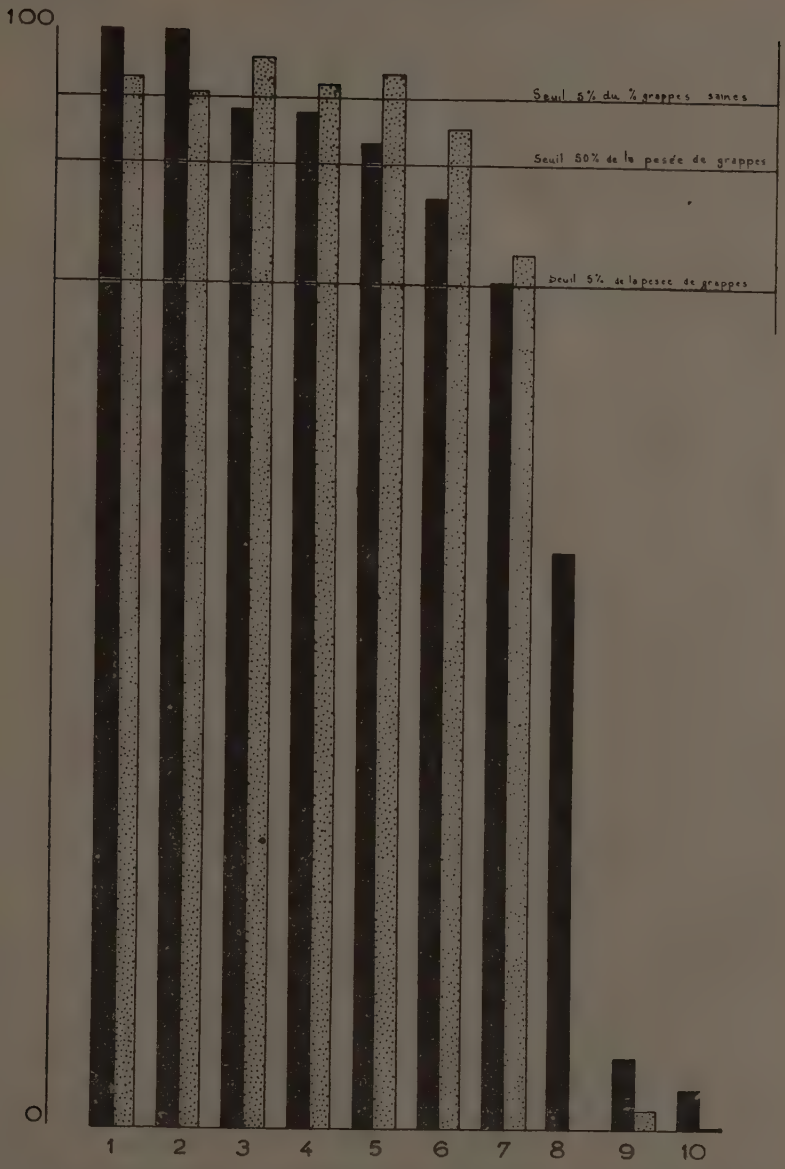


FIG. 2. — Essais « normaux » 1951 : représentation du poids de grappes par cep (colonne noire) et du pourcentage de grappes saines (sablé) pour les lots traités avec : 1) bouillie bordelaise à 2 p. cent. — 2) Oxyde cuivreux U à 0,5 p. cent. — 3) Oxychlorure de cuivre micronisé à 1 p. cent. — 4) Bouillie bordelaise à 1 p. cent. — 5) Oxyde cuivreux G à 0,5 p. cent. — 6) Verdet 1 kg + MnO_4K (0,125 p. cent). — 7) Bouillie bordelaise à 0,5 p. cent. — 8) Arsenico-cuprique M à 250 g Cu. — 10) Témoin non traité. — Les traits horizontaux représentent (du haut vers le bas) — le seuil 5 p. cent du pourcentage de grappes saines ; — les seuils 50 p. cent et 5 p. cent du poids de grappes.

confirmée par les constatations faites dans divers vignobles de la région ; nous citerons en particulier ce vignoble de Barsac, où une très bonne protection a été obtenue avec douze applications d'oxyde de cuivre.

Les sels de cuivre utilisés dans nos essais, oxydes cuivreux de fabrications françaises différentes et oxychlorure de cuivre micronisé ont donné une protection qui doit être considérée comme se classant entre celles des bouillies bordelaises à 1 et à 2 p. cent.

Le complexe verdet + permanganate de potasse a donné une protection un peu inférieure ; vient ensuite la bouillie bordelaise à 0,5 p. cent.

Avec le produit cupro-arsenical, la récolte a été très nettement diminuée ; la notation de l'état sanitaire des grappes n'a pu être faite, les altérations des grains ne permettant pas d'évaluer les atteintes du Rot-brun.

Nous rapprocherons de nos résultats avec les oxydules et oxychlorures de cuivre ceux qui ont été obtenus par la Station fédérale de Lausanne avec quatre oxychlorures de fabrications différentes, un oxydule et un carbonate de cuivre (tabl. III). Les auteurs suisses soulignent les grandes variations présentées par les oxychlorures, selon les fabrications qui assurent une protection meilleure les unes sur feuilles, les autres sur grappes. Leurs études antérieures les ont conduits à admettre que cette protection est fonction de la persistance du dépôt de cuivre et, dans une étude de laboratoire sur feuilles et grains de Chasselas, en 1950 et 1951, ils ont précisé la « persistance » des divers oxychlorures essayés dans le vignoble. Trivelli (21) avait noté en 1946 une très bonne concordance entre les chiffres obtenus dans les deux cas. Nous en retiendrons que « les analyses des échantillons pris immédiatement avant les deuxième, troisième, quatrième et cinquième traitement qui doivent refléter l'aptitude du produit à résister au lavage, indiquèrent de leur côté que, si l'on donne le chiffre 100 à la quantité de cuivre conservée sur les feuilles ayant reçu la bouillie bordelaise à 1 p. cent, il n'en reste plus que 52 p. cent sur celles traitées avec l'oxydule ».

Depuis 1945, l'adhérence et la persistance relatives de l'oxydule de cuivre suisse avaient été étudiées au laboratoire et dans le vignoble. En 1948, les déterminations sur Chasselas, à Pully, ont mis en évidence des différences entre les diverses fabrications d'oxydule de cuivre ; les valeurs de ces deux termes sont d'ailleurs inférieures à celles de la bouillie bordelaise à 1 p. cent et Trivelli conclut : « la bouillie bordelaise reste en tête de toutes les bouillies cupriques ; aucune ne peut lui être comparée tant en ce qui concerne l'adhérence que la persistance ». Il rappelle en outre que les essais biologiques ont confirmé ces essais divers « dans des périodes critiques, les produits cupriques à faibles adhérences et persistances n'ont pu protéger efficacement la vigne, chaque fois que les traitements n'ont pu être serrés suffisamment à cause des précipitations atmosphériques. Là encore, la bouillie bordelaise a pu affirmer sa supériorité (25) ».

TABLEAU III

Essais des Stations de Lausanne en 1951 (1)

Produits	en p. cent avant fleur	en p. cent après fleur	Nombre de feuilles mildiousées par cep	p. cent de grappes détruites par le mildiou
	—	—	—	—
Témoin			56,3	90,8
Bouillie bordelaise	1,5	2,0	12,9	5,4
Oxychlorure de Cu A (2)	selon indic.	fabricant	12,9	5,4
— B	0,5	0,75	9,8	13,6
— C	0,5	1,0	13,3	4,8
— D	0,5	0,75	6,1	6,0
Oxydule de Cu A	0,4	0,4	15,9	11,5
Carbonate de Cu A	1,0	1,0	7,7	4,8
Oxydule de Cu A	0,4			
Bouillie bordelaise		2,0	13,7	1,5

Nos essais sur petites parcelles, avec deux répétitions seulement, ont été examinés en prenant comme terme de référence la moyenne des résultats des parcelles traitées à la bouillie bordelaise à 2 p. cent, intercalées dans cette série. Les indications fournies sont intéressantes, bien que de valeur moindre que celles des essais normaux. Trois produits ont donné une protection très voisine de celle observée avec la bouillie bordelaise à 2 p. cent, ce sont :

— la *n*-trichlorométhylthiotétrahydrophtalimide à 0,5 p. cent ;

— l'éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc à 0,3 p. cent ;

— et le sulfocyanodinitrobenzène + oxyde de cuivre à 1 p. cent ;

L'oxyde de cuivre naissant, ainsi que le complexe Verdet + MnO_4K (500 g) ont été un peu moins efficaces quant à la protection des grappes, mais l'incidence sur la récolte n'est pas très importante. La comparaison avec la parcelle où le complexe ne renfermait que 125 g de MnO_4K ne donne pas de différence significative entre les deux formules.

Avec la 2-3-dichloro-1-4-naphtoquinone, nous obtenons une très bonne protection contre le Mildiou. Mais le Merlot a été très sensible à son action et les grains ne se sont pas développés normalement, d'où une réduction marquée de la récolte.

L'acétate de phényl-mercure s'est montré très significativement inférieur, et le fermate douteux.

Les résultats obtenus en 1951 avec le dérivé dinitrobenzène et les dithiocarbamates sont les meilleurs par rapport aux observations des années précédentes ; ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, c'est à la fréquence des pulvérisations que nous croyons devoir attribuer cette bonne tenue des produits organiques. Les résultats obtenus en Champagne

(1) Extrait du tableau « Importance de l'attaque du Mildiou » présenté dans l'article : GALLAY (R.) TERRIER (Ch.) et TRIVELLI (G.) : Le Mildiou de la vigne. Les expériences de 1951. (*Revue romande d'agriculture, viticulture et arboriculture*, 7e année, n° 11, Lausanne, novembre 1951).

(2) A : 500 g de cuivre par hl.

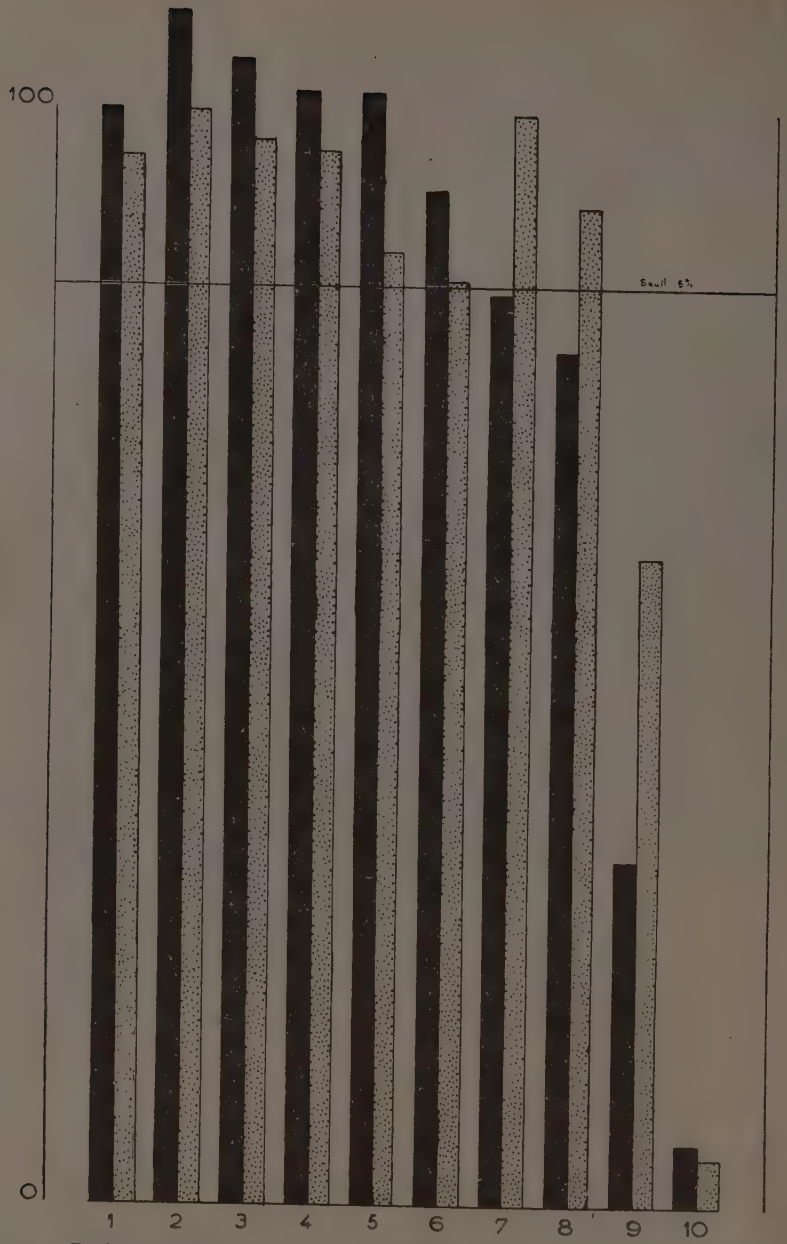


FIG. 3. — Essais « en petit » 1951. Représentation du poids de grappes (en noir) et du pourcentage de grappes saines (sablé) pour les lots traités avec : 1) Bouillie bordelaise à 2 p. cent. — 2) *n*-trichlorométhylthiotétrahydrophtalimide à 0,5 p. cent. — 3) Éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc à 0,3 p. cent. — 4) Dinitrosulfocyanobenzène + oxyde de cuivre à 1 p. cent. — 5) Oxyde cuivreux naissant. — 6) Verdet 1 kg + MnO_4K (0,500). — 7) 2-3-dichloro-1-4-naphtoquinone 0,750 g. — 8) Diméthyldithiocarbamate de fer 1 p. cent.— 9) Acétate de phényl-mercure. — 10) Témoin non traité.

en 1951 confirment ce point de vue : neuf traitements ont été réalisés du 19 mai au 6 août (18) avec un délai maximum du 12 au 26 juillet. L'éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc à 300 g par hl, l'oxychlorure de cuivre (50 p. cent Cu) à 1 p. cent ont eu une efficacité intéressante tandis que la 2-3-dichloro-1-4 naphtoquinone à 0,200 p. cent et le méthyldithiocarbamate de fer à 250 g se montraient insuffisants.

De même, les expérimentateurs de Lausanne (23) ont obtenu des résultats très satisfaisants avec l'éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc à 0,2 p. cent et le trichlorométhylthiotétrahydrophtalimide à 0,25 puis 0,5 p. cent, tandis que le carbamate de fer à 1 et 2 p. cent n'a eu qu'une faible efficacité.

Les vinifications — que nous avons fait réaliser et examiner au laboratoire de Technologie à partir des récoltes fournies par les parcelles traitées aux dithiocarbamates de zinc — n'ont présenté aucune anomalie de fermentation, de couleur, de goût ou d'odeur ; la teneur en zinc était négligeable.

III. — ESSAIS DE 1952

Nous avons repris en essais normaux les produits organiques et l'oxyde de cuivre naissant qui nous avaient donné de bons résultats en 1951, et, pour répondre à des demandes d'homologation, le méthyldithiocarbamate de fer, ainsi que son homologue zincique ont été ajoutés aux doses respectives de 1 000 et 300 g, et un complexe cupro-organique à 500 g par hl. La bouillie bordelaise à 1 p. cent et le témoin non traité faisaient partie des lots répartis au hasard dans les trois blocs de répétition, séparés par des bandes traitées à la bouillie bordelaise nous servant de lots de comparaison (tabl. IV).

Les pulvérisations ont été réalisées aux cinq dates : 8 et 23 mai ; 10 juin ; 8 juillet et 1er août. L'expérimentation portait sur une parcelle de Cabernet.

Sur les lots plus petits et avec deux répétitions, nous avons utilisé, afin de les comparer entre eux, deux oxychlorures micronisés, l'éthylène *bis*-dithiocarbamate de zinc à 200 g et la *n*-trichloro-méthylthiotétrahydrophtalimide à 300 g, afin de déterminer si ces doses réduites et ainsi moins onéreuses, assuraient une protection suffisante. Toujours dans le but de réduire le prix de revient, nous avons utilisé le dithiocarbamate de zinc préparé sur place à partir du sel de soude auquel on ajoute du sulfate de zinc. D'autre part, une nouvelle formule de bouillie à l'aurantia, avec ou sans sulfate d'alumine, a été reprise, ainsi qu'un disulfure de tétraméthylthiuram à 0,2 p. cent.

L'attaque de Mildiou a été tardive et limitée aux feuilles, après un début d'invasion des grappes par le Rot-gris, début juin, puis par le Rot-

brun vers le 20 juin. Mais la sécheresse intervient dès la fin juin, persiste en juillet, et s'oppose à l'extension du Rot-brun. A dater du mois d'août, il n'y a pas eu de dégâts appréciables sur grappes ; seule, la pesée de feuilles en fin de saison a été réalisée. Les tableaux IV et V présentent les quantités de produits utilisées et leur classement basé sur le poids moyen de feuilles par cep par rapport à la bouillie bordelaise à 2 p. cent.

TABLEAU IV

Mildiou de 1952 : essais normaux. — Produits utilisés et classement

Produits	Dose en g par hl		Pesées de feuilles
	produit	p. actif	
Cupro-organique P	500	187,5 Cu 75 m. o.	118
Bouillie bordelaise 2 p. cent	2 000	500	100
Éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc	300	195	99
Bouillie bordelaise 1 p. cent	1 000	250	98
n-trichlorométhylthiotétrahydrophtalimide	500	250	96
Oxyde de cuivre naissant	500	125	81
Méthyldithiocarbamate de zinc	300	210	64
Méthyldithiocarbamate de fer	1 000	760	61
Écart significatif (P = 0,05)			19,3

Les calculs statistiques, basés sur la méthode des blocs permettent d'attribuer :

— une efficacité comparable à celle de la bouillie bordelaise à 2 p. cent, avec le cupro-organique P, l'éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc et la *n*-trichloro-méthylthiotétrahydrophtalimide ;

— une protection inférieure à celle de la bouillie bordelaise à 1 p. cent, à l'oxyde cuivreux naissant, d'après le calcul statistique.

— une insuffisance nette aux sels de zinc et de fer de l'acide diméthyldithiocarbamique ;

Ces résultats peuvent être considérés comme une confirmation des essais de 1951 sur les points suivants :

— avec des traitements assez nombreux, bonne protection par les deux produits organiques éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc à 0,3 p. cent et *n*-trichloro-méthylthiotétrahydrophtalimide à 0,5 p. cent.

— insuffisance des diméthyldithiocarbamates de zinc et de fer.

Le cupro-organique P, à 500 g par hl, s'est montré efficace ; il devra être examiné à nouveau afin de s'assurer de son action sur les grappes.

Dans les essais sur petits lots (tabl. V), nous avons pu reconnaître une bonne protection avec les oxychlorures de cuivre à 1 p. cent (sans distinction valable entre les deux fabrications de la même firme), la bouillie bordelaise à 2 p. cent et même la bouillie bordelaise à 0,5 p. cent.

L'éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc du commerce à 0,2 p.cent ou obtenu au moment de l'emploi par addition de sulfate de zinc au di-

thiocarbamate de soude, s'est montré moins efficace ; le deuxième étant inférieur à la fabrication commerciale.

Tableau V

Classement des petits essais

Oxychlorure de cuivre 52 à 1 p. cent	105,6
Oxychlorure de cuivre 51 à 1 p. cent	103
Bouillie bordelaise, 2 p. cent	100
Bouillie bordelaise, 0,5 p. cent	99,1
Éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc, 0,2 p. cent	86
Éthylène-*bis*-dithiocarbamate de Na, 750 cm^3 + SO_4Zn	72,1
Thirame, 0,2 p. cent	9,2
Aurantia + sulfate d'alumine	2,9
Témoin	2,2
Aurantia	1,5

Ont été nettement insuffisants le T. M. T. D. à 0,2 p. cent et les bouillies à base d'aurantia (sel d'ammonium de l'hexanitro-diphénylamine) avec ou sans sulfate d'alumine.

Nous n'avons pu classer la bouillie bordelaise à 1 p. cent ni la *n*-trichloro-méthylthiotétrahydrophtalimide, des erreurs ayant été commises lors d'une des applications. Un dithiocarbamate de manganèse, essayé sur quelques ceps, a donné une protection inférieure au sel de zinc correspondant.

En 1952, en liaison avec l'Institut Technique du Vin, diverses régions viticoles ont utilisé en grand l'éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc et le dérivé phtalimique ; MM. Dubosc et Levadoux, qui ont suivi cette expérimentation dans le vignoble du Gers (11), reconnaissent la meilleure efficacité à l'éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc (300 g par hl) produit commercial, par rapport à la fabrication sur place (sel de soude + sulfate de zinc) et au dérivé phtalimique à 1 p. cent.

Dans leurs essais de 1951, conduits en Champagne, P. Maury et E. Moreau avaient signalé que les parcelles traitées au dithiocarbamate de zinc présentaient plus d'oïdium que les voisines ; sur Merlot, nous n'avions pas eu à faire pareille constatation. En 1952, nous avons pu observer, après maturité du Cabernet, que les feuilles présentaient une attaque d'oïdium seulement sur les lots traités avec l'éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc, mais ce n'était là qu'une faible invasion et, à cette époque tardive, elle ne pouvait avoir d'influence sur la récolte.

IV. — CONCLUSIONS

De 1942 à 1945, années à printemps sec, le Mildiou avait été combattu aisément avec un petit nombre de traitements ; durant cette période d'invasions faibles, les fabrications nouvelles de produits cupriques,

oxydules et oxychlorures ainsi que les fongicides de synthèse, dérivés des dithiocarbamates et des quinones n'avaient pu être comparées valablement.

C'est seulement en 1951 qu'une attaque grave sur grappes a permis de compléter les examens d'efficacité. Avec sept applications échelonnées du 7 mai au 2 août et qui se trouvèrent espacées de moins de 15 jours du 1er juin au 17 juillet, une bonne protection des feuilles et des grappes a été obtenue avec :

— les bouillies bordelaises à 2 p. cent et même 1 p. cent ;

— les oxydes cuivreux à 500 g par hl ;

— l'oxychlorure micronisé à 1 kg par hl.

Parmi les fongicides organiques, et avec l'appui des résultats de 1952, l'éthylène-*bis*-dithiocarbamate de zinc à 300 g par hl et la *n*-trichlorométhylthiotétrahydrophtalimide à 500 g par hl, se classent en tête avec une efficacité de même ordre que celle de la bouillie bordelaise.

Les compléments apportés à notre comparaison à la Grande-Ferrade par les observations dans divers vignobles girondins, et les études suisses sur les qualités physiques des bouillies nous permettent d'affirmer que la bouillie bordelaise possède la persistance la meilleure. C'est la fréquence des traitements exécutés de fin mai à fin juillet 1951 et aussi en 1952 qui nous paraît responsable des bons résultats obtenus avec les autres produits cupriques et organiques, et à leur amélioration, par rapport aux années précédentes.

Les acquisitions nouvelles de la Chimie et de l'Industrie permettraient donc à la viticulture de réduire la consommation française en sulfate de cuivre ; ainsi que l'écrivait M. Branas (11) au début de la campagne 1952 : « Si l'économie de notre pays trouve son compte dans la substitution d'un produit de synthèse à la bouillie bordelaise, il conviendrait que le budget des vignerons eux-mêmes fut allégé du même coup par une adaptation convenable du prix de vente du premier ».

Par la recherche des fabrications à partir de sous-produits industriels — telles que furent utilisées en 1941 les vinasses de betteraves comme matières premières pour obtenir du dithiocarbamate de fer — il semble possible de diminuer le prix des produits. Mais il importe, en outre, afin de réduire la fréquence des applications, d'améliorer la persistance des anticryptogamiques nouveaux et de limiter ainsi les frais de main-d'œuvre.

Reçu pour publication le 21 février 1953.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Arnaud (G.). — Essais de traitement des maladies des plantes en 1941. *Ann. des Épiphyties*, VIII, 2, 99-109, 1942.

(2) Barraud (Mlle M.), Gaudineau (Mlle M.) et De Sèze (R.). — Essais de trai-

tement du Mildiou de la vigne en 1942 à la Grande Ferrade (Gironde). *Ann. des Epiphyties*, IX, **2**, 135-161, 1943.
(3) Bencker (G.). — Traitement du Mildiou. *Progrès agricole et viticole*, XII, 90-94, 1889.
(4) Branas (J.). — Nouveaux appareils et nouveaux produits pour combattre le Mildiou. *Progrès agricole et viticole*, 69e année, nº 9-10, 2-9 mars 1952.
(5) Branas (J.) et Levadoux (L.). — Recherches de produits anti-Mildiou. *Bull. Off. Intern. du Vin.*, **187**, 24-29, 1946.
(6) Butler (O.) et Smith (T. U.). — On the use of the acetates of copper as fungicides. *Phytopath.*, XII, 279-289, 1922.
(7) Chomette (A.). — Les fongicides de synthèse. *Cours conférence du Centre de Perfectionnement technique*, fasc. 2793, 1er avril 1952.
(8) Chuard (E.) et Porchet (F.). — Recherches sur l'adhérence comparée des solutions de Verdet neutre et des bouillies cupriques employées dans la lutte contre le Mildiou. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, CXL, 1354-1355, 1905.
(9) Debraux (G.) et Gavaudan (P.). — Recherches sur la prophylaxie du Mildiou de la vigne par les composés organiques. *Gallica biologica acta*, **1**, 138-146, 1948.
(10) Desflassieux (A.). — Traitement simultané du Mildiou et de l'Oïdium par le complexe Verdet-permanganate. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 26 octobre, 606-609, 1949.
(11) Dubosc (D.) et Levadoux (L.). — Essais de produits nouveaux contre le Mildiou. *L'Agriculteur du Gers*, p. 4, 8 janvier 1953.
(12) Gaudineau (Mlle M.) et De Sèze (R.). — Essais de lutte contre le Mildiou et l'Oïdium de la vigne en 1943. *Ann. des Epiphyties*, **10**, 65-78, 1944.
(13) Gaudineau (Mlle M.) et Barraud (Mlle M.). — Années à faible Mildiou et traitements des vignes. *Acad. Agric. de France*, 9 janvier 1946.
(14) Gavaudan (P.) et Debraux (G.). — Valeurs comparées du sel d'ammonium et de l'hexanitrodiphénylamine et du sulfate de cuivre dans la prophylaxie du Mildiou de la vigne. *C. R. Acad. Sc.*, 1304-1305, 19 avril, 1948 (2).
(15) Heuberger (J. W.) et Horsfall (J. G.). — Relation of particle size and color to fungicidal and protection value of cuprous oxydes. *Phytopath.*, **29**, 3, 321, 1939.
(16) Kovache (A.), Ficheroulle (H.), Raucourt (M.) et Morel (G.). — Recherches sur les propriétés fongicides de composés organiques. *Ann. des Epiphyties*, XIII, mémoire 3, série *Pathologie végétale*, 67-81, 1947.
(17) Lafon (Jean). — Le Mildiou. *La défense des végétaux*, 6, 9-16, novembre 1949.
(18) Moreau (E.) et Maury (P.). — Essais mildiou 1951. *Le Vigneron champenois*, nº 1, 17, janvier 1952.
(19) Morel (G.). — Méthode d'essais en serre des produits de lutte contre le Mildiou de la vigne. *Ann. des Epiphyties*, XIII, mémoire 2, série Pathologie végétale, 57-66, 1947.
(20) Pacottet. — Sur le traitement du Mildiou. *Revue de Viticulture*, XXVII, 489-492, 1907, et *Viticulture*, Baillière, Paris, 1921.
(21) *Rapport d'activité 1946 des Stations fédérales*. — Publication nº 360, 760.
(22) Staehelin (M.). — Essais et recherches. Section de Physiologie et de lutte contre les champignons in *Rapport d'activité Stations fédérales d'essais viticoles, arboricoles et de chimie agricole*, Lausanne, p. 714, 1946, p. 579, 1947, p. 788, 1948.
(23) Staehelin (M.) et Terrier (C.). — Le problème de l'économie de cuivre dans la lutte contre le Mildiou de la vigne. *Annuaire agricole de la Suisse*, nº 3, vol. I, 1077-1081. 1952.

(24) TRIVELLI (G.). — Essais et recherches. Section des produits antiparasitaires in *Rapport d'activité 1946. Stations fédérales d'essais viticoles, arboricoles et de chimie agricole, Lausanne*, 760-763, 1947.
(25) TRIVELLI (G.). — Contribution à l'étude des bouilles cupriques. *Rapport d'activité 1948. Stations fédérales de Lausanne et Pully.* Publication n° 387, 859, décembre 1949.
(26) VIALA (P.). — Les maladies de la vigne, 2e édition et suivantes. Coulet, Montpellier.

ESSAIS DE FONGICIDES ORGANIQUES DANS LA LUTTE CONTRE LE MILDIOU DE LA VIGNE

PAR

D. BOUBALS et **A. VERGNES**

Laboratoire de Recherches Viticoles
École Nationale d'Agriculture de Montpellier.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**

II. — **Dispositif expérimental.**

III. — **Évolution du Mildiou en 1952.**

IV. — **Résultats.**

A. Action des produits sur le Mildiou de la vigne.

1° Protection des grappes.

2° Protection du feuillage.

3° Pesées de récolte.

B. Action des deux produits organiques sur la végétation de la vigne.

V. — **Conclusion.**

VI. — **Résumé.**

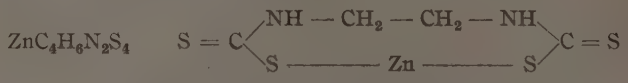
Bibliographie.

I. — INTRODUCTION

Depuis quelques années on assiste au développement de l'emploi de produits organiques de synthèse dans la lutte contre les maladies cryptogamiques des plantes cultivées (1). Dans certains cas ces fongicides ont avantageusement remplacé les produits cupriques, aussi y a-t-il grand intérêt à les essayer dans la lutte contre les champignons parasites de la vigne et notamment contre le Mildiou (*Plasmopara viticola* (Berkeley et Curtis, Berlese et de Toni).

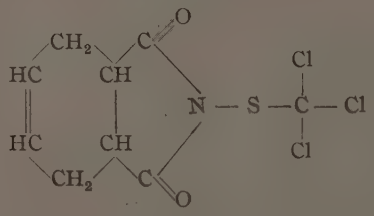
Les propriétés fongicides de la plupart de ces produits ont été révélées dans des essais de lutte contre des parasites d'arbres fruitiers et des parasites de plantes potagères ou de grande culture. Ce n'est que par la suite que des essais ont été entrepris sur la vigne.

En 1951, des expériences de lutte contre le Mildiou de la vigne effectuées en France et en Suisse (2) ont attiré l'attention sur deux produits organiques de synthèse. L'un d'eux est un dérivé de l'acide dithiocarbamique : l'*éthylène bis-dithiocarbamate de zinc* de formule :



A la dose de 300 g par hectolitre de spécialités contenant 65 p. cent de produit actif, ce composé a assuré une protection de la vigne contre le Mildiou, comparable à celle de la bouillie bordelaise à 2 p. cent dans des essais effectués en Champagne (3) et en Bordelais (4).

L'autre produit organique est la *N-trichlorométhylthiotétrahydrophtalimide* de formule :



En Bordelais (4) à la dose de 250 g de produit actif par hectolitre d'eau, il avait donné des résultats statistiquement comparables à ceux de la bouillie bordelaise à 2 p. cent. En Charentes (5), en 1950, pour une dose de 0,25 p. cent de produit pur, et en 1951, pour une dose de 1 p. cent, les résultats ont paru au contraire être supérieurs à ceux donnés par la bouillie bordelaise à 2 p. cent.

Ces résultats encourageants nous ont amenés à effectuer en 1952 des essais mettant en œuvre :

— d'une part, un *produit D* donné pour être *à base d'éthylène-bis-dithiocarbamate de zinc* et se présentant sous forme d'une poudre blanche, mouillable, sans odeur prononcée et contenant 65 p. cent de produit actif ;

— d'autre part, un *produit S* donné pour être *à base de N-trichlorométhylthiotétrahydrophtalimide* et se présentant sous forme d'une poudre blanchâtre, mouillable, à odeur forte contenant 50 p. cent de produit actif.

Les propriétés fongicides de ces produits ont été comparées à celles de la bouillie bordelaise. L'expérimentation avait pour but, non seulement de connaître leur valeur dans la lutte contre le Mildiou de la vigne, mais aussi, le cas échéant, de déterminer pour chacun d'eux la dose optimum assurant une bonne protection de la végétation.

II. — DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'essai a été effectué sur une vigne d'Aramon greffé sur 31 R, âgée de vingt ans. Le dispositif expérimental utilisé fut celui des blocs. Chaque bloc comprenait douze parcelles. Pour chacun des trois produits il y avait quatre parcelles correspondant à quatre doses différentes. Ces doses étaient les suivantes :

Bouillie bordelaise :

B_1 = 0,500 kg de sulfate de cuivre pour 100 litres d'eau
B_2 = 1 kg — — —
B_3 = 2 kg — — —
B_4 = 4 kg — — —

Produit S :

S_1 = 0,250 kg de produit commercial pour 100 litres d'eau
soit 0,125 kg de matière active pour 100 litres d'eau
S_2 = 0,500 kg de produit commercial pour 100 litres d'eau
soit 0,250 kg de matière active pour 100 litres d'eau
S_3 = 1 kg de produit commercial pour 100 litres d'eau
soit 0,500 kg de matière active pour 100 litres d'eau
S_4 = 2 kg de produit commercial pour 100 litres d'eau
soit 1 kg de matière active pour 100 litres d'eau

Produit D :

D_1 = 0,150 kg de produit commercial pour 100 litres d'eau
soit 0,0975 kg de de matière active pour 100 litres d'eau
D_2 = 0,300 kg de produit commercial pour 100 litres d'eau
soit 0,195 kg de matière active pour 100 litres d'eau
D_3 = 0,600 kg de produit commercial pour 100 litres d'eau
soit 0,390 kg de matière active pour 100 litres d'eau
D_4 = 0,900 kg de produit commercial pour 100 litres d'eau
soit 0,585 kg de matière active pour 100 litres d'eau

Chaque parcelle comprenait 64 souches (8 souches × 8 souches), les résultats n'ayant été prélevés que sur les 16 souches centrales. L'essai comportait trois répétitions.

Un *essai préliminaire d'homogénéité*, basé sur le nombre de grappes porté par chaque souche au printemps 1952 fut effectué. Il a permis de voir qu'il n'y avait pas de différences significatives entre les différentes parcelles d'un bloc donné et qu'il n'y en avait pas non plus entre les trois blocs.

Les traitements ont été faits avec des pulvérisateurs à dos d'homme, en utilisant la même quantité de liquide pour chaque parcelle.

III. — ÉVOLUTION DU MILDIOU EN 1952

En 1952, le Mildiou est intervenu d'une façon très notable dans la région de Montpellier, où il a causé des dégâts sensibles à la récolte malgré l'intervention des traitements cupriques habituels. Cependant l'évolution du parasite a été cette année très particulière.

Le tableau I indique les quantités de pluie, l'évolution du Mildiou (attaques et invasions) et les dates de traitement.

TABLEAU I

Conditions générales des essais

Dates		Pluie mm.	Évolution du mildiou		Traitements
			attaques	invasions	
Avril	22	10,2	germination des œufs d'hiver		
	29/30			Foyers primaires	
Mai	1	23,4			
	2	8,7			
	3	4,5	attaques		
	4	22,6			
	6	8,2			
	9			invasion	1er traitement
	10 au 14			invasions	
	20				2me traitement
	28				3me traitement
Juin	1	6	attaque		
	6	6,7	attaque		4me traitement (1)
	8/9			invasion	
	13				5me traitement
	14			invasion	
	17	1,5	attaque		
	18	1,0			6me traitement
	19				
	24			invasion	
Juillet	1				7me traitement
Août	6	12,6			
	18	4,3			
	23	0,3			
	30	0,8			
Septembre	5	0,7			
	6	0,3			
	11	0,9			
	13	0,2			
	14	2,3			
	22	0,2			
	25	0,2			
	26	0,6			
	27	1,1			

(1) Le quatrième traitement a été effectué avant la pluie du 6.

On constate que les pluies ont été peu importantes au cours du cycle végétatif. De ce fait, *il n'y a eu pratiquement que quatre attaques* (contaminations) *de Mildiou*. Une première série d'attaques s'est produite du 1er au 6 mai, alors que les germes étaient encore peu nombreux dans le vignoble. La deuxième et la troisième attaques, qui ont eu lieu respectivement les 1er et 6 juin, sont survenues au moment où la vigne était en pleine floraison. La quatrième attaque s'est produite le 18 juin.

On voit de plus, dans le tableau, qu'à la fin de l'été et au début de l'automne la pluviosité a été extrêmement faible : aussi ne s'est-il pas développé de « Mildiou mosaïque », ce qui n'a pas permis de juger la persistance des produits sur le feuillage.

Les traitements contre le Mildiou effectués aux dates ci-dessous ont mis en œuvre les quantités suivantes de liquide :

le 9 mai	500 litres
le 20 mai	800 »
le 28 mai	1 000 »
le 6 juin	1 100 »
le 13 juin	1 100 »
le 19 juin	1 300 »
le 1er juillet	1 300 »

IV. — RÉSULTATS

A. — Action des produits sur le Mildiou de la vigne.

A partir du mois de juillet, lorsque les effets des attaques de Mildiou étaient nettement visibles, on a fait plusieurs contrôles de l'efficacité des produits contre le Mildiou de la vigne.

1° *Protection des grappes.* — Du 9 au 12 juillet, il a été effectué un comptage des grappes atteintes par le Mildiou qui a porté sur quatre souches par parcelle.

Fig. 1. — Lésion de Mildiou sur le pédoncule d'une grappe.

On a considéré comme grappe « mildiousée » :

a) toute grappe entièrement détruite sur laquelle on pouvait voir le duvet blanc caractéristique du Rot-gris ;

b) toute grappe entièrement détruite présentant du Rot-brun ;

c) toute grappe portant une lésion provoquée par le Mildiou sur son pédoncule (fig. 1) ;

d) toute grappe dont la moitié inférieure était détruite (fig. 2) ;

e) toute grappe portant une lésion provoquée par le Mildiou sur la partie médiane de la râfle (fig. 3) ;

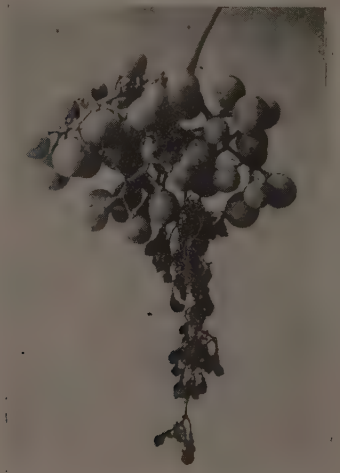


FIG. 2. — Grappe dont la partie inférieure est détruite par le Mildiou.

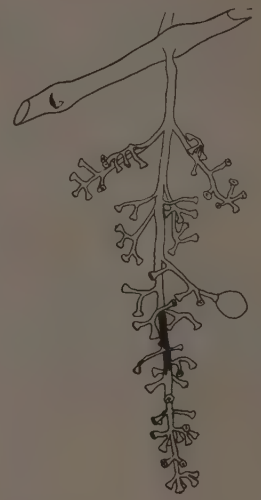


FIG. 3. — Attaque de Mildiou sur la partie médiane de la rafle.

FIG. 4. — Grappe ayant une ramification importante détruite.

FIG. 5. — Attaque sur l'axe d'une ramification importante.

f) toute grappe ayant une ramification importante détruite (fig. 4) ;

g) toute grappe portant une lésion provoquée par le Mildiou sur l'axe principal d'une ramification importante (fig. 5).

Pour chaque souche observée on a ainsi compté le nombre de grappes atteintes par le Mildiou et le nombre de grappes saines. Ceci a permis de calculer le pourcentage moyen de grappes « mildiousées » par parcelle. Les pourcentages ainsi obtenus ont été transformés, d'après la table de Bliss, en degrés et dixièmes de degrés (voir tableau II). L'interprétation statistique des résultats obtenus sur les trois blocs a été effectuée en utilisant ces dernières données.

Tableau II

Résumé des observations sur grappes

T	Bloc I		Bloc II		Bloc III		Moyennes	
	%	degrés	%	degrés	%	degrés	%	degrés
S1	9,7	18,1	17,1	24,4	10,2	18,6	12,3	20,3
S2	1,4	6,8	17,1	24,4	10,0	18,4	9,5	16,5
S3	2,6	9,3	2,0	8,1	6,1	14,3	3,5	10,5
S4	1,1	6,0	3,2	10,3	4,2	11,8	2,8	9,3
D1	81,2	64,3	82,3	65,1	78,2	62,2	80,5	63,8
D2	46,7	43,1	73,5	59,0	54,8	47,8	58,3	49,9
D3	33,9	35,6	60,2	50,9	55,6	48,2	49,9	44,9
D4	22,5	28,3	50,0	45,0	41,6	40,2	38,0	37,8
B1	71,6	57,8	100,0	90,0	84,1	66,5	85,2	71,4
B2	65,0	53,7	64,1	53,2	66,6	54,7	65,2	53,8
B3	29,3	32,8	64,7	53,5	71,2	57,5	55,0	47,9
B4	48,4	44,1	60,0	50,8	36,3	37,0	48,2	43,9

La comparaison des variances montre qu'il y a des différences significatives entre les blocs et entre les traitements.

Les différences entre moyennes de traitements sont significatives quand elles dépassent :

— 11,41 pour le seuil 0,05,

— 15,52 pour le seuil 0,01.

L'analyse de la variance est donnée dans le tableau III.

Tableau III

Analyse de la variance des résultats précédents

Origine de la variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Variance
Entre blocs	713,10	2	356,55
Entre traitements	14 026,30	11	1275,11
Erreur	1 001,08	22	45,50

La figure 6 donne les résultats de la comparaison deux à deux des moyennes de traitements. Le tableau est à double entrée et les traitements

y sont disposés par ordre de valeur décroissante. Il indique pour un traitement considéré les traitements qui n'en sont pas significativement différents et ceux qui en sont significativement différents (supérieurs ou inférieurs).

Ce tableau est interprété de la façon suivante : pour un traitement

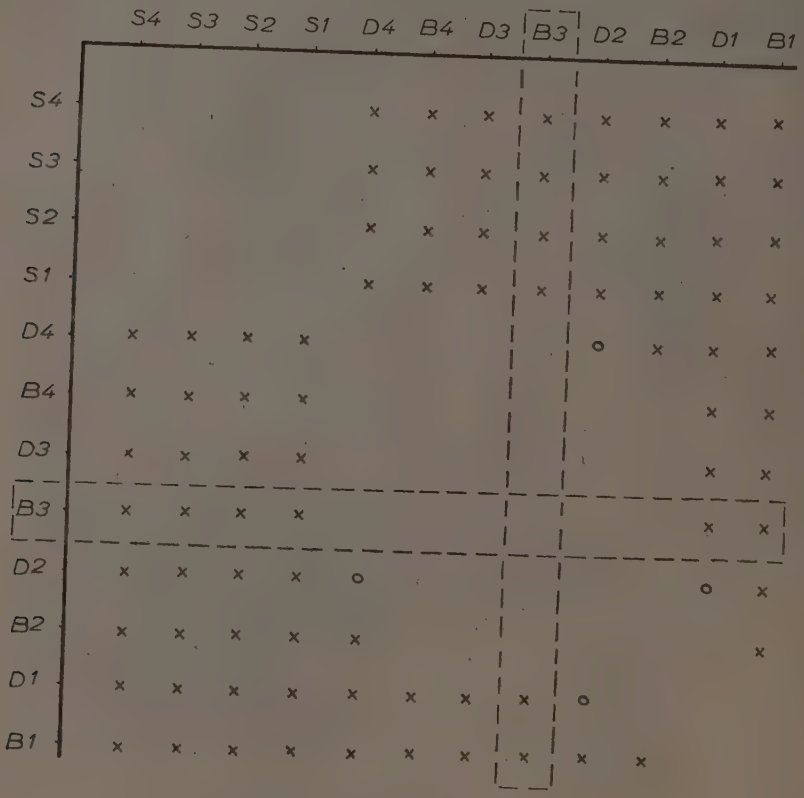


FIG. 6. — Schéma des résultats sur grappes.

donné (par exemple D_2) on considère dans le tableau la ligne et la colonne qui lui correspondent. Dans la colonne du traitement (colonne D_2, tout ce qui au-dessus du point d'intersection avec la ligne correspondante (ligne D_2) est marqué par une croix (×) ou par un cercle (o) s'est montré dans l'essai significativement supérieur à ce traitement (S_4, S_3, S_2, S_1, D_4 sont supérieurs à D_2). Au-dessous du point d'intersection de la ligne et de la colonne du traitement (D_2) tout ce qui est marqué par une croix ou un cercle est significativement inférieur au traitement considéré (D_1 et B_1 sont inférieurs à D_2). Les lignes pour lesquelles il n'y a aucun

signe dans la colonne du traitement considéré donnent les traitements qui ne sont pas significativement différents (B_4, D_3, B_3, B_2 ne sont pas différents de D_2).

Ce qui est marqué par une croix ou un cercle est significativement différent au seuil 0,05, ce qui est marqué par une croix est de plus significativement différent au seuil 0,01. Dans l'interprétation des résultats nous considérons surtout le seuil 0,05.

Le cas de la bouillie bordelaise à 2 p. cent B_3 est particulièrement intéressant. S_4, S_3, S_2, S_1 sont supérieurs à B_3. La bouillie bordelaise à 2 p. cent n'est pas significativement différente de D_4, B_4, D_3, D_2, B_2. Enfin B_3 est supérieur à B_1 et D_1. Dans l'essai, le produit S, aux doses allant de 250 g à 2 kg, est donc supérieur à la bouillie bordelaise à 2 p. cent. De plus, dans ce même essai, on voit que la dose de 300 g de produit D n'est pas différente de la bouillie bordelaise à 2 p. cent, mais qu'elle est inférieure à la dose de 900 g. Enfin, il est intéressant de constater que les quatre doses du produit S ne présentent pas de différences significatives entre elles.

2° *Protection du feuillage.* — Du 20 au 25 août, on a effectué un dénombrement des taches de Mildiou sur toutes les feuilles de quatre souches par parcelle.

On a noté le nombre de taches qu'il y avait sur chaque feuille. On a ensuite fait la somme des taches pour chaque souche et pour terminer on a calculé la moyenne des quatre souches par parcelle. Le comptage a porté sur plus de trente mille taches de Mildiou.

Les résultats sont donnés dans le tableau IV.

TABLEAU IV

Nombre de taches de Mildiou par souche

T	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Moyennes
S_1	113	87	151	117,00
S_2	90	101	96	95,66
S_3	30	23	29	27,33
S_4	19	17	22	19,33
D_1	728	402	445	525,00
D_2	152	220	153	175,00
D_3	65	67	95	75,66
D_4	51	29	36	38,66
B_1	833	992	620	815,00
B_2	383	267	455	368,33
B_3	149	178	283	203,33
B_4	175	311	326	270,66

L'analyse de la variance est donnée dans le tableau V.

TABLEAU V

Analyse de la variance des résultats précédents

Origine de la variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Variance
Entre blocs	418,11	2	209,05
Entre traitements	1 891 216,93	11	171 928,81
Erreur	179 817,02	22	8 173,50

La comparaison des variances montre qu'il y a seulement des différences significatives entre traitements.

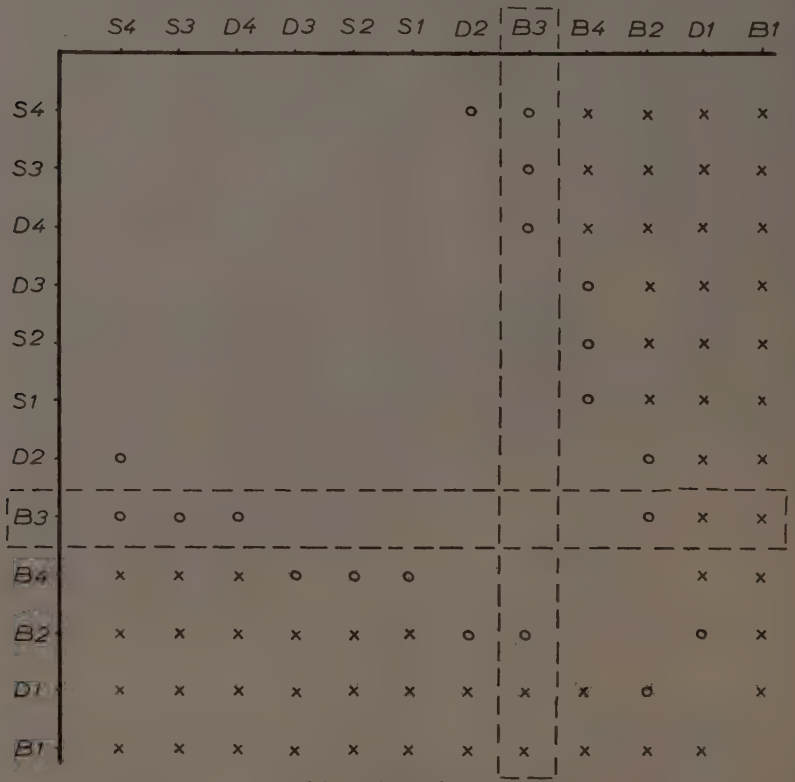


FIG. 7. — Schéma des résultats sur feuilles.

Les différences entre moyennes de traitements sont significatives quand elles dépassent :

— 153,08 au seuil 0,05,

— 208,07 au seuil 0,01.

La figure 7 donne les résultats de la comparaison deux à deux des

moyennes de traitements. Comme la figure 6, elle indique pour un traitement considéré les traitements qui n'en sont pas significativement différents et ceux qui en sont significativement différents. En ce qui concerne la bouillie bordelaise à 2 p. cent B_3 on voit qu'au seuil 0,05 les traitements S_4, S_3 et D_4 lui sont supérieurs tandis que les traitements B_2, D_1, B_1 lui sont inférieurs. Les traitements D_3, S_2, S_1, D_2, B_4 ne sont pas différents de B_3.

Parmi tous ces résultats, on note en particulier que le produit S aux doses de 1 kg et 2 kg et le produit D à la dose de 900 g ont assuré une meilleure protection du feuillage que celle apportée par la bouillie bordelaise à 2 p. cent. De plus, cette dernière n'est pas différente de la dose 300 g de produit D.

3° *Pesées de récolte.* — Les résultats des pesées de récolte exprimés en kilogrammes de raisins par souche sont donnés dans le tableau VI.

TABLEAU VI

Résultats des pesées de récoltes (en kg par souche)

T	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Moyennes
S1	5,68	4,82	5,77	5,42
S2	5,23	5,76	4,67	5,22
S3	6,18	5,46	5,28	5,64
S4	6,33	5,89	5,12	5,78
D1	2,63	2,33	2,81	2,59
D2	3,80	2,39	2,60	2,93
D3	2,87	4,55	2,76	3,39
D4	4,49	4,08	3,63	4,06
B1	1,88	0,73	1,79	1,46
B2	2,98	2,90	2,27	2,71
B3	3,48	3,78	3,71	3,65
B4	4,54	3,09	4,21	3,94

L'analyse de la variance est donnée dans le tableau VII.

TABLEAU VII

Analyse de la variance des résultats précédents

Origine de la variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Variance
Entre blocs	0,9263	2	0,4631
Entre traitements	62,7934	11	5,7084
Erreur	7,8100	22	0,3550

La comparaison des variances montre qu'il y a seulement des différences significatives entre traitements.

Les différences entre moyennes de traitements sont significatives quand elles dépassent :

— 1 kg au seuil 0,05,

— 1,37 kg au seuil 0,01.

La figure 8 donne les résultats de la comparaison deux à deux des moyennes de traitements. Les traitements y sont disposés par ordre de rendement décroissant.

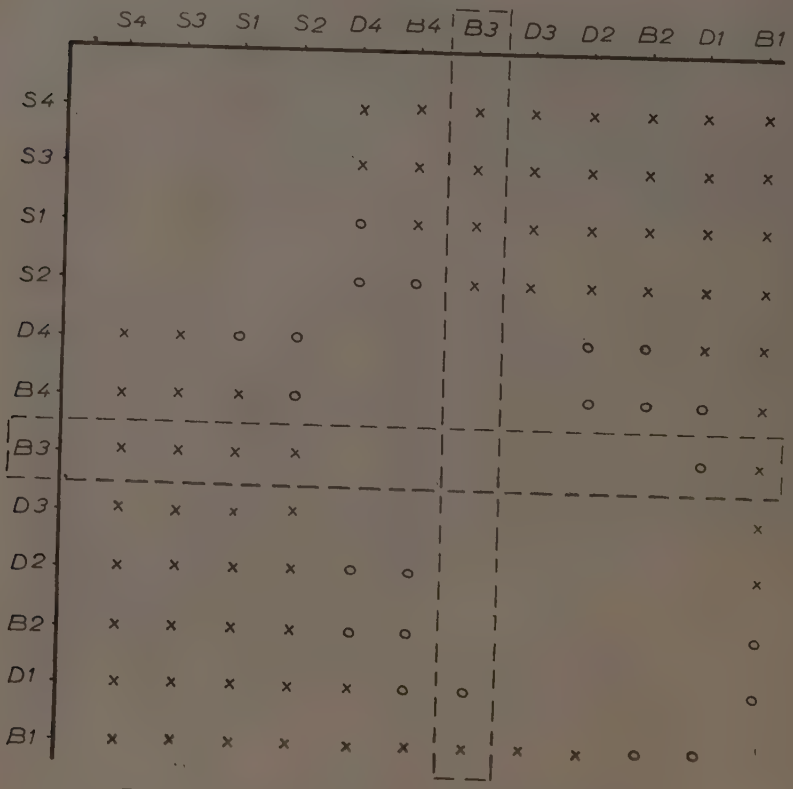


FIG. 8. — Schéma des résultats donnés par les pesées de récoltes.

La comparaison de la bouillie bordelaise à 2 p. cent B_3 aux autres traitements donne les résultats suivants : toutes les doses du produit S lui sont supérieures, les traitements D_1 et B_1 lui sont inférieurs, mais D_4, B_4, D_3, D_2, B_2 ne sont pas différents de B_3.

En résumé, les pesées de récolte du champ d'essai montrent la supériorité du produit S aux quatre doses essayées qui ne présentent pas entre elles de différences significatives. Le produit D à la dose de 300 g ne donne pas de résultats différents de ceux donnés par la bouillie bordelaise à 2 p.

cent, mais cette dose de 300 g est inférieure à D_4 (dose de 900 g du même produit) et à la bouillie bordelaise à 4 p. cent.

B. — **Action des deux produits sur la végétation de la vigne** (1).

Les pulvérisations effectuées avec les produits S et D ne laissent pas autant de dépôt que la bouillie bordelaise. C'est pour cette raison que les parcelles traitées avec ces deux produits présentaient un feuillage plus vert.

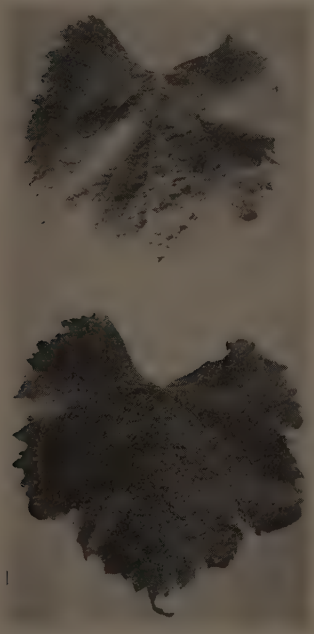


FIG. 9. — Brûlures dues au fongicide S.

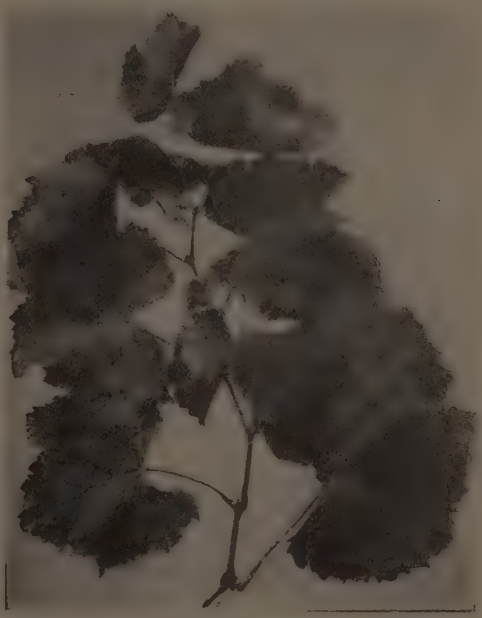


FIG. 10. — Autre aspect des lésions dues au fongicide S.

Nous avons constaté dans le champ d'essai que le fongicide S provoquait des brûlures sur les feuilles (fig. 9), à l'exception des rameaux et des grappes. Ces *brûlures* n'intéressaient pas toutes les feuilles. Elles consistaient en des nécroses plus ou moins profondes des tissus du limbe ; celui-ci était percé dans les cas les plus graves. Ces lésions se trouvaient à la face supérieure ou à la face inférieure de la feuille suivant que la pulvérisation avait atteint l'une ou l'autre de ces deux faces. De plus, les feuilles brûlées et aussi certaines feuilles qui ne l'étaient pas avaient tendance à s'involuter en se crispant (fig. 10). Les observations ont montré que l'im-

(1) Le laboratoire de recherches œnologiques de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier étudie l'influence de ces deux produits organiques sur le vin. A la dégustation les raisins cueillis sur des souches traitées avec les produits S et D n'ont pas présenté d'odeur ni de faux goût.

portance des brûlures augmentait avec la dose de produit S. Elles étaient rares et négligeables dans le cas de S_1 (250 g) et S_2 (500 g), de plus les feuilles des souches traitées à ces deux doses n'étaient pratiquement pas

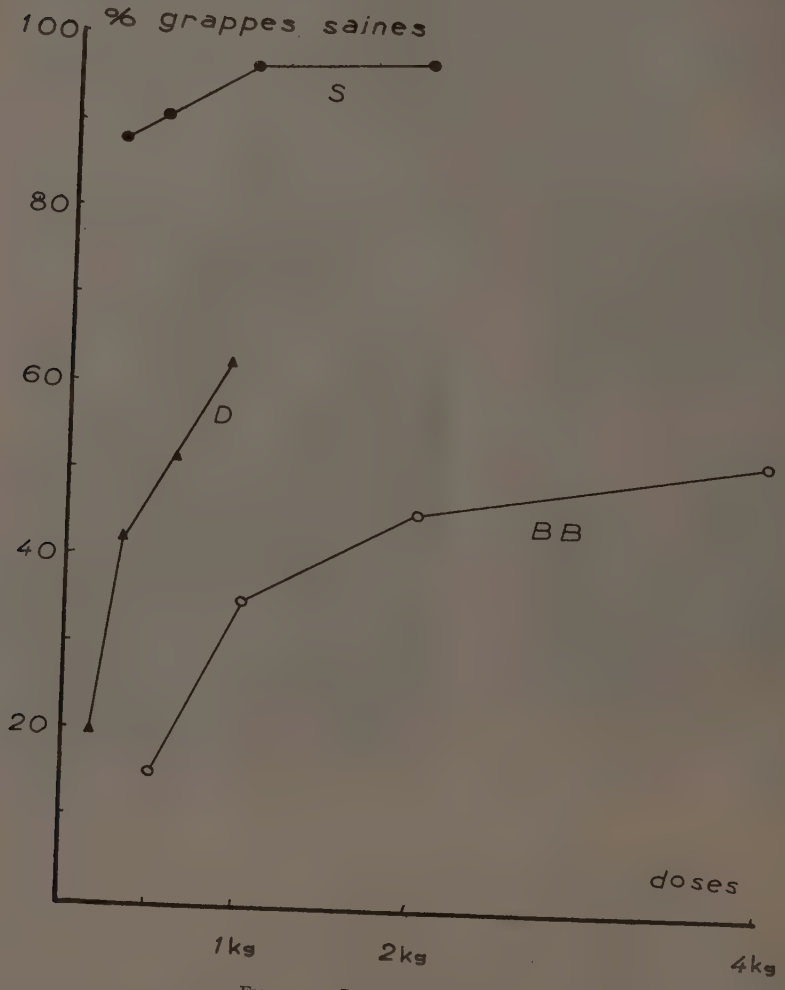


FIG. 11. — Protection des grappes.

crispées. Aux doses S_3 (1 kg) et S_4 (2 kg) les brûlures étaient beaucoup plus importantes et les feuilles étaient nettement crispées.

En ce qui concerne cette action sur le feuillage, l'expérience n'a pas permis de mettre en évidence de façon précise les conséquences qu'elle pouvait avoir sur la quantité et la qualité de la récolte.

Le produit D n'a pas provoqué de brûlures, même à la dose de 900 g. Il est apparu seulement un *jaunissement précoce* de parties de feuilles recevant la radiation solaire d'une façon particulière.

V. — CONCLUSION

Il est difficile de généraliser les résultats donnés par cet essai par suite des conditions climatiques particulières qui ont présidé à l'évolution

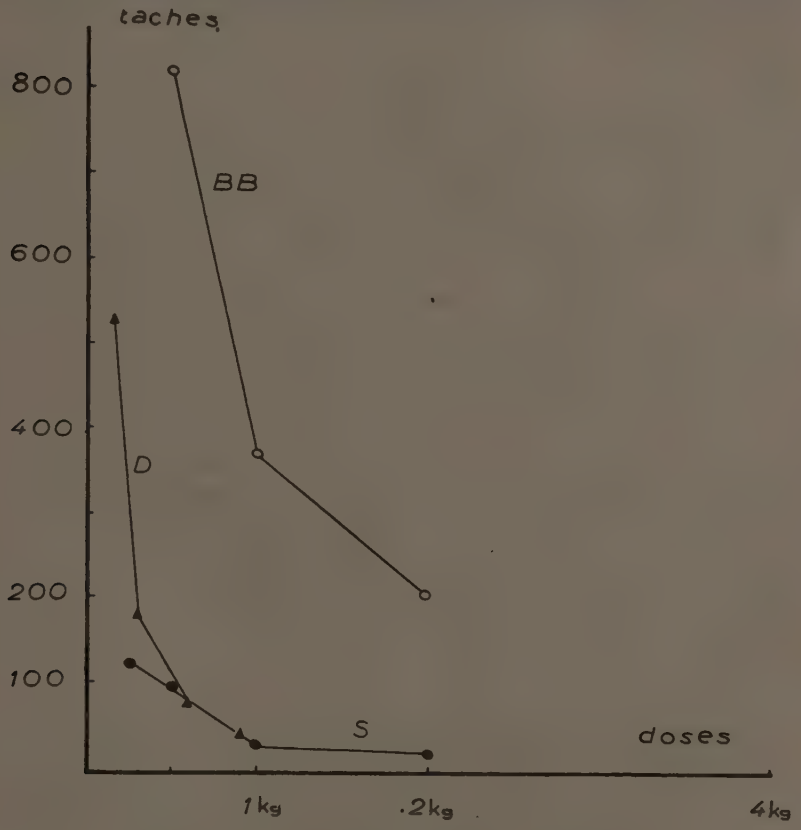


FIG. 12. — Attaque du feuillage en fonction des traitements.

du Mildiou au cours de l'année 1952. Tout d'abord celles-ci ont été caractérisées par de faibles pluies en mai et juin qui ont provoqué en gros quatre attaques de Mildiou. De plus, l'absence de précipitations de fin d'été et d'automne a empêché l'intervention du Mildiou « mosaïque » qui permet habituellement de juger la persistance des produits anticryptogamiques.

Cependant, dans les conditions locales de l'essai, on a constaté une action fongicide très nette du produit S (voir figures, 11, 12, 13), action supérieure à celles de la bouillie bordelaise et du produit D. La protection apportée par ce produit S a été particulièrement notable pour les grappes

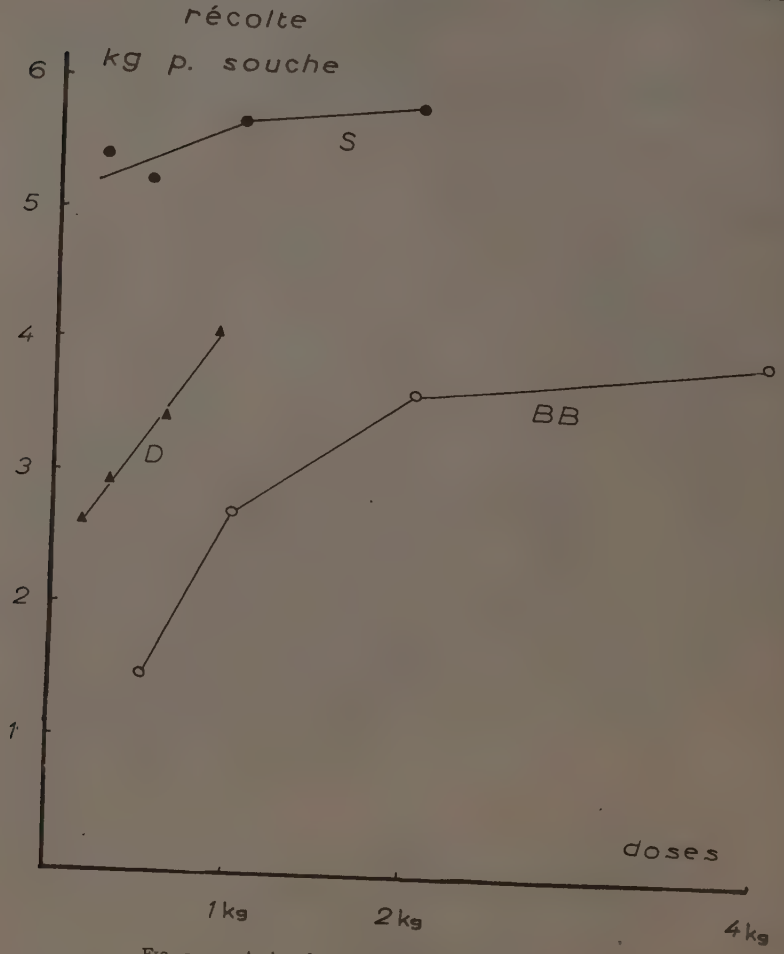


FIG. 13. — Action des traitements sur les poids de récolte.

(voir figures 11 et 13) et elle n'a pas diminué sensiblement avec la dose puisque celle de 250 g n'est pas différente de la dose de 2 kg en ce qui concerne le pourcentage de grappes atteintes par le Mildiou et les pesées de récoltes. En un mot, les résultats de l'essai permettent de considérer que les doses 250 g et 500 g du produit S ont été les plus intéressantes quant à la protection de la récolte contre le Mildiou et à l'action sur la végétation.

Pour ce qui est du produit D, il a eu une action anticryptogamique voisine de celle de la bouillie bordelaise. La dose de 300 g de produit D ne s'est pas révélée différente de la bouillie bordelaise à 2 p. cent. Il faut cependant signaler que la dose de 900 g a manifesté dans les pourcentages de grappes atteintes par le Mildiou et dans les pesées de récolte une supériorité significative par rapport à la dose de 300 g. Mais cette dose de 900 g de produit D ne s'est pas montrée différente de la bouillie bordelaise à 2 p. cent, sauf en ce qui concerne la protection du feuillage où le sulfate de cuivre a été inférieur.

RÉSUMÉ

Un essai de lutte contre le mildiou de la vigne (Plasmopara viticola) effectué en 1952 au Laboratoire de Recherches viticoles de Montpellier, selon la méthode des blocs, a mis en comparaison, avec quatre doses de bouillie bordelaise, diverses doses de deux fongicides organiques S et D.

— S donné pour être à base de N-trichloromethylthiotetrahydrophtalimide.

— D donné pour être à base d'ethylène-bis-dithiocarbamate de zinc.

Le contrôle de l'efficacité dans la lutte contre le cryptogame a porté :

— sur le pourcentage de grappes atteintes par le mildiou.

— sur le nombre de taches portées par le feuillage.

— sur les pesées de récolte.

Le produit S a, dans les conditions de l'essai, assuré une protection des grappes significativement supérieure à celle apportée par le produit D et par la bouillie bordelaise.

Le produit D a eu une action voisine de celle de la bouillie bordelaise.

Par suite de l'absence de mildiou d'automne la persistance de l'action des produits n'a pu être jugée.

Reçu pour publication le 26 février 1953.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Raucourt (M.), Sayegh (D.). — Les fongicides organiques de synthèse. *Phytoma*, n° 38, 39, 41, 42, 1952.

(2) Gallay (R.), Terrier (Ch.), Trivelli (G.). — Le Mildiou de la vigne. Les expériences de 1951. *Revue Romande d'agriculture, de viticulture et d'arboriculture*, n° 11, novembre 1951.

(3) Maury (P.), Moreau (É.). — Essais Mildiou 1951. *Le Vigneron Champenois*, **1**, p. 17, 1952.

(4) Gaudineau (M.), Messiaen (C. M.), Lafon (R.) et Simone (J.). — Mildiou de la vigne. Efficacité des produits en 1951. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, n° 3, p. 35, 1952.

(5) Lafon. — Le traitement du Mildiou de la vigne sans cuivre. *C. R. Acad. Agr.*, **38**, 148-150, 1952.

ÉTUDE SUR LES TRAITEMENTS AÉRIENS PAR POUDRAGE

I. — ÉTUDE DE LA RÉPARTITION DES POUDRES

PAR

M. RAUCOURT, G. VIEL et J. CHEVREL

Laboratoire de Phytopharmacie, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**
Historique.
Efficacité d'un traitement en fonction de l'importance du dépôt de matière active.
Généralités sur la répartition des poudres.

II. — **Appareils et produits utilisés.**
Avions et appareils de poudrage.
Produits utilisés.

III. — **Méthodes utilisées.**
Prélèvements.
Méthodes d'analyse.

IV. — **Exposé des résultats expérimentaux.**
Première série d'expériences.
Deuxième série d'expériences.

V. — **Analyse des résultats.**
1. Répartition latérale de la poudre dans le cas d'un seul vol.
2. Caractères des dépôts de poudre.
3. Variation de l'intensité des dépôts dans le sens du déplacement de l'appareil.
4. Influence du vent sur les dépôts de poudre.
   Modification de la distribution de la poudre sous l'action du vent.
   Entraînement lointain de la poudre : Dépôts en dehors de l'aire de traitement.
5. Dépôts de poudres sur des surfaces orientées vers le sol.
6. Répartition transversale de la poudre dans le cas de trajectoires multiples rapprochées.
   Écartement des trajectoires.
   Régularité du traitement.
7. Quantités de poudre retrouvées : Rendement d'un traitement.

VI. — **Conclusions.**

VII. — **Résumé.**

Bibliographie.

I. — INTRODUCTION

Historique

La première publication (1) sur l'utilisation de l'avion pour l'épandage de produits insecticides date du mois d'août 1921. Elle relate un traitement par poudrage dirigé contre les chenilles du Sphinx du catalpa (*Ceratomia catalpae*), qui ravageaient une plantation de ces arbres dans l'Ohio.

Houser, l'un des auteurs de cette première expérience, a donné en 1922 des détails sur l'opération (5). Il nous apprend que le traitement avait été effectué avec de l'arséniate de plomb employé à environ 30 kg à l'ha sur des arbres de 8 à 10 m de haut.

A partir de cette date, l'usage des traitements aériens s'est rapidement développé, en particulier aux U. S. A., en Allemagne et en U. R. S. S. De nombreuses publications décrivent des traitements contre les ravageurs des forêts, des plantations de cotonniers et de canne à sucre, ainsi que contre les Moustiques et les Criquets.

Pendant plusieurs années, on s'est contenté de l'application de poudre, mais ce mode de traitement donnant des dépôts souvent peu persistants, les techniciens étudièrent les possibilités de pulvériser des bouillies insecticides et on doit à Eckstein (4) la première indication que l'on ait sur ce sujet.

Plus tard, on a commencé à utiliser l'autogire, puis l'hélicoptère pour les poudrages et pulvérisations agricoles (3).

On doit noter que tous les produits utilisés couramment pour les traitements au sol ont été essayés dans le poudrage ou la pulvérisation par voie aérienne.

Cependant, jusqu'à l'apparition des insecticides organiques de synthèse, les poudres à base de composés arsenicaux (vert de Paris, arséniate de chaux) étaient les plus généralement employées. Actuellement ces produits ont cédé leur place au D. D. T., à l'H. C. H., au parathion.

La majeure partie des auteurs qui ont donné des comptes rendus de leurs expériences sur les traitements par avion, ont surtout envisagé les conditions d'application contre différents parasites et l'efficacité qui en résulte. Des problèmes qui nous paraissent actuels, tels que la répercussion des traitements sur les abeilles ou l'ensemble de la faune entomologique, sur le gibier, ont été déjà soulevés il y a de nombreuses années.

Par contre, il y a relativement peu de publications sur les questions de répartition des produits, sur leur persistance, sur l'importance des dépôts. Jusqu'en 1947, en Europe occidentale, les traitements par avion étaient limités à l'Allemagne, où les forestiers les utilisaient pour proté-

ger leurs forêts contre la Nonne du pin (*Lymantria monacha*) ou la Fidonie (*Bupalus piniatus*).

En France, une tentative d'utilisation dans ce but a été faite en 1926 en forêt de Haguenau. Les résultats avaient été médiocres et il ne semble pas que, jusqu'à ces dernières années, il y ait eu d'autres applications de l'avion pour la protection des cultures (2). D'ailleurs, jusqu'en 1938, la législation française des substances toxiques ne permettait pas les poudrages arsenicaux et l'autorisation légale accordée alors était limitée aux poudrages à l'arséniate de chaux contre le Doryphore, et ceci dans des conditions bien définies.

Aussi, à cette époque, d'une part la possibilité de développement de l'emploi de l'avion pour les traitements en France était limitée par l'absence de produits suffisamment efficaces sans être dangereux, et d'autre part le nombre de problèmes où l'expérience aurait pu être envisagée avec les substances utilisables alors, était trop restreint pour offrir un intérêt.

C'est l'invasion des Criquets dans les Landes qui a de nouveau fait envisager l'emploi de l'avion pour la défense des cultures. Il est cependant probable que l'expérience n'aurait eu aucun avenir, si la destruction du Méligèthe du Colza n'avait pas offert aux techniciens le cas du traitement justiciable de l'avion ou de l'hélicoptère. Au début, on a surtout cherché à épandre des poudres, mais récemment sont apparus les traitements par pulvérisation et nébulisation.

C'est sur la suggestion de M. B. Trouvelot, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole, que nous avons entrepris une étude sur les poudrages aériens. Nous le remercions vivement pour les bons conseils et les encouragements qu'il nous a prodigués.

Efficacité d'un traitement en fonction de l'importance du dépôt de matière active

On sait que pour détruire un insecte brouteur avec un insecticide d'ingestion, il est nécessaire de lui offrir une certaine quantité de poison à consommer avec le feuillage dont il se nourrit. M. Raucourt a mis cette notion en évidence dans le cas des poudrages arsenicaux antidoryphoriques (7).

La même idée se retrouve dans des indications formulées par Raucourt et Bégué au sujet des traitements roténonés qui agissent par contact et d'une façon générale dans les prescriptions d'un taux d'épandage à l'hectare pour toutes les applications de poudres à base d'insecticides de contact (8). Cependant, pour ces produits, on porte plus d'attention sur la concentration de la matière active et c'est ce facteur que l'on fait

varier dans les essais d'efficacité. On peut pourtant démontrer expérimentalement que, pour une même concentration, l'action insecticide d'une poudre diminue lorsque le dépôt de matière active à l'unité de surface décroît. Dans les tableaux suivants, nous donnons plusieurs exemples de cette relation.

Tableau I

Taux de mortalité des Melolontha melolontha *après cinq jours, en fonction du dépôt de H. C. H. par unité de surface* (11)

Densité du poudrage	Taux de mortalité après 5 jours
$4{,}7.10^{-3}$ mg par cm²	100 p. cent
2,4 —	90 —
1,2 —	75 —
0,5 —	60 —
Témoin	36 —

Taux de mortalité des larves de Doryphore en fonction du dépôt de poudre à base de H. C. H. (10)

Densité du poudrage	Taux de mortalité après 4 jours
0,100 mg par cm²	75 p. cent
0,050 —	40 —
0,013 —	30 —

La relation entre le taux de mortalité et le dépôt de matière active doit encore être plus étroite, lorsqu'on considère l'efficacité des traitements réels. La réduction de l'infestation dépend alors, non seulement de l'action immédiate du poudrage, mais d'une série d'actions s'étalant dans le temps sur les parasites qui envahissent les cultures après le traitement. La quantité d'insecticide restant sur les végétaux après un temps donné est en rapport avec la quantité initialement présente. Il est donc d'un grand intérêt de connaître les quantités de produit déposées sur les végétaux et particulièrement à l'endroit où se trouve le parasite que l'on cherche à détruire.

Généralités sur la répartition des poudres

Dans le cas d'un traitement au sol, on peut se contenter d'exprimer les consommations de poudre par une valeur moyenne : le taux d'épandage à l'hectare. Cette notion appelle certaines réserves lorsque le traitement est exécuté par voie aérienne. En effet, dans le premier cas, le déplacement des appareils est réglé de telle sorte que le dégagement du produit insecticide se produit au voisinage de toutes les plantes à protéger, tandis

que dans le second cas l'appareil poudreur adapté à l'avion produit au-dessus de la culture un nuage de poudre. Celui-ci peut s'étaler très loin sur le champ, abandonnant sur son trajet des quantités variables de produit.

Le dépôt est donc irrégulier et doit diminuer, sur une perpendiculaire à la trajectoire de l'avion, d'autant plus qu'on s'éloigne de celle-ci.

La détermination de l'intensité des dépôts de poudre est donc intéressante à deux points de vue : en premier lieu pour fixer la largeur de la bande de culture efficacement traitée par un seul vol, en second lieu pour connaître les répercussions que peuvent entraîner des chutes de poudres sur les alentours du champ ou du massif boisé. Ces conséquences doivent être envisagées selon les circonstances et la nature des poudres, tant du point de vue de l'hygiène de l'homme, des animaux domestiques, du gibier, des poissons, etc., que des dépréciations que pourraient subir des cultures autres que celles visées par le traitement (action phytocide du 2-4 D, goût et odeur provoqués par l'H. C. H., par exemple).

Nous nous sommes donc attachés à l'étude de ce problème de répartition des poudres. Nous avons fait exécuter une série de traitements aériens dans les conditions assez théoriques d'un terrain nu. Nous avons également suivi des traitements normaux de cultures, soit qu'il s'agisse de cultures basses comme la Pomme de terre ou la Betterave, de cultures de hauteur moyenne comme le Colza, et nous avons étudié les dépôts dans le cas de vergers ou de massifs boisés, où le poudrage doit se réaliser sur trois dimensions. Dans ces traitements pratiques, nous nous sommes également préoccupés de l'efficacité de l'opération. Le résultat de ces travaux fera l'objet d'autres mémoires.

II. — APPAREILS ET PRODUITS UTILISÉS

Avions et appareils de poudrage

Une première série d'expériences a été réalisée à Péronne (Somme) sur des chaumes. Une seconde série a eu lieu sur l'aérodrome de Buc (Seine-et-Oise). Dans ces essais, et dans les traitements réels sur cultures, plusieurs types d'appareils aériens équipés avec différents modèles de poudreuses ont été mis en œuvre.

Appareils aériens. — Les essais de Péronne ont été faits avec un Morane 502, ceux de Buc avec un Piper Cub et un N. C. 853. Les traitements réels ont utilisé des Piper Cub, des Stampe, des Morane 502 et des hélicoptères Sikorsky et Bell. Les caractéristiques essentielles de ces différents appareils sont résumées dans le tableau II.

TABLEAU II

Caractéristiques essentielles des appareils utilisés

Appareils	Puissance en C. V.	Charge utile en poudre (kg)	Vitesse de travail (km à l'h)	Consommation en essence (litres à l'h)
Avions :				
Stampe	140	160	100–110	30
Morane 502	230	250	70–110	50
Piper Cub 65	65	100	80– 90	18
Piper Cub 90	90	120	90–100	20
N. C. 853	75	100	70– 90	19
Hélicoptères :				
Bell 47 D	178 ou 200	120	variable	48
Sikorsky 551	550	300	—	?

Tous les avions ne présentaient pas également les caractéristiques idéales de l'avion de traitement agricole qui, sont, selon MÉNARD (16) : légèreté, faible vitesse, grande surface portante, bon centrage, caractéristiques permettant d'atterrir et de décoller sur le minimum de longueur et de virer rapidement, puissance suffisante pour éviter les obstacles, qualités mécaniques particulièrement exigées par le travail en rase motte et l'atterrissage dans les champs.

Nous remarquerons que ces qualités interviennent pour augmenter le rendement du travail et diminuer les risques d'accident. L'augmentation du temps de traitement ou le choix d'un terrain d'atterrissage éloigné, mais plus sûr, était, dans nos essais, d'importance secondaire.

Appareils de poudrage. — Les appareils de poudrage qui équipaient chacun des aéronefs différaient quelque peu entre eux par des détails d'exécution, mais étaient semblables quant aux principes de fonctionnement. Ils se composaient :

1° d'une trémie avec orifice de remplissage s'ouvrant à la partie supérieure de la carlingue ;

2° de tubes d'alimentation conduisant la poudre de la trémie dans un venturi ;

3° de malaxeurs distributeurs à la base de la trémie régularisant le débit de poudre ;

4° d'un mécanisme d'entraînement du malaxeur, qui était un petit moteur dans le cas du Morane, mais en général un moulinet latéral ;

5° d'un venturi simple ou double à base plate et large, placé à la partie inférieure de la carlingue, sous la trémie, avec laquelle il communiquait par les tubes d'alimentation.

Des volets de fermeture des tubes d'alimentation, manœuvrés par le pilote, lui permettaient de régler le débit dans d'assez larges limites.

Le vent relatif produit par le déplacement de l'avion, passe dans le venturi et entraîne les particules de poudres, qui sont dispersées à l'extérieur, où elles forment un nuage.

Produits utilisés

Nous avons utilisé, dans nos expériences sur terrain nu, les produits suivants qui différaient par la matière active et par la charge :

1° à Péronne : *arséniate de chaux* à 21 p. cent d'As. Deux échantillons de finesse différente passant, l'un entre les tamis 100 et 200, l'autre entre les tamis 200 et 300 ;

2° à Buc : poudre à base de *S. P. C.* (dérivé soufré de l'hexachlorocyclohexane), titrant 10 p. cent de matière active. Deux types de charge, soit kaolin et talc, soit talc seul ;

3° dans les traitements réels, dont quelques résultats seront exploités ici, les produits utilisés étaient à base de H. C. H., de D. D. T. et de parathion.

III. — MÉTHODES UTILISÉES

Prélèvements

Au cours de ce travail, nous avons adopté plusieurs méthodes de prélèvement adaptées aux conditions de l'expérience. La méthode la plus convenable doit répondre à deux exigences :

1. Permettre de recueillir le plus exactement possible la poudre qui tombe en un point donné.

2. Permettre l'utilisation ultérieure d'une méthode de dosage rapide applicable en série avec suffisamment de sensibilité et de précision.

Cas des arséniates et du parathion. — Nous avons retenu la technique décrite par M. RAUCOURT et col. (9) qui consiste à utiliser des feuilles de papier glycériné par trempage dans une solution de glycérine au 1/2. Ces feuilles sont disposées sur des planchettes placées à l'endroit où l'on désire déterminer le dépôt. Après l'opération, détachées et roulées, elles sont introduites dans un tube à essai. RAUCOURT et col. ont vérifié que la poudre était retenue par la couche de glycérine.

Cas des H. C. H. et dérivés. — Nous avons évité l'emploi de papier, pour ne pas risquer d'introduire du chlore combiné au cours de l'analyse qui est basée sur la détermination de cet élément. Les dépôts sont recueillis sur des surfaces de verre. Ces surfaces sont de deux sortes : plaques 13-18 employées pour les expériences sur sol nu, et verres de montre de 11 cm de diamètre, que nous avons principalement utilisés pour les prélèvements dans le cas des traitements de massifs boisés.

Pour éviter les pertes de poudres, plaques et verres de montre sont recouverts d'une mince couche de glycérine ou mieux d'huile de paraffine.

Chaque poste de prélèvement comprend deux plaques ou verres de montre, qui après l'opération sont placés face contre face.

Nous avons encore employé des feuilles d'aluminium minces, enduites d'huile de paraffine et fixées sur un support convenable. L'emploi de cette matière permet de rassembler la poudre avec plus de facilité.

Méthodes d'analyse

Nous indiquons ici les méthodes suivies dans le cas des arséniates et du S. P. C.

Arséniates. — Les prélèvements étaient faits sur papier glycériné. Le dépôt d'insecticide étant superficiel, nous n'avons pas jugé utile de détruire le papier. Nous avons opéré de la façon suivante :

La feuille de papier, découpée en plusieurs fragments, est mise dans une fiole conique avec 20 cm^3 de SO_4H_2 au 1/2 ; on fait bouillir 5 minutes, on jette le contenu de la fiole sur un filtre de Büchner, on essore, et on recommence deux fois la même opération. Les liquides réunis, filtrés au besoin, sont amenés à un volume connu. Sur une partie aliquote, on détermine la teneur en As sous forme d'hydrogène arsénié par la méthode du papier au chlorure mercurique de CRIBIER.

S. P. C. — Les plaques de verre sont lavées au-dessus d'un entonnoir placé sur un tube à essai avec 1 cm^3 d'alcool butylique normal, et essuyées avec un petit râcloir en caoutchouc à bord rectiligne. Un deuxième et un troisième lavage suivis d'essuyage éliminent le reste de la poudre. Les bords du râcloir sont ensuite lavés et, avec un peu d'entraînement, la plus grande partie de la poudre se retrouve dans le tube à essai avec 3 à 4 cm^3 d'alcool.

Dans le cas des verres de montre, on peut dissoudre la matière active dans quelques cm^3 d'éther que l'on chasse ensuite.

Dans le cas des papiers d'aluminium, l'extraction peut se faire à l'éther dans un microkumagawa construit avec le tube à essai même.

IV. — EXPOSÉ DES RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Dans la série d'essais effectués à Péronne, nous nous proposions de déterminer la répartition transversale de la poudre dans le cas de lignes de vol isolées et en fonction de différents facteurs susceptibles de modifier les conditions de chute de la poudre. L'écartement des trajectoires a été suffisant pour éviter une interférence appréciable entre les épandages successifs.

Dans la deuxième série, réalisée à Buc, nous voulions préciser la répartition de la poudre dans un champ, telle qu'elle résulte d'un traitement régulier exécuté par lignes de vol parallèles et équidistantes.

En fait, pour suivre ce plan, il aurait fallu avoir la possibilité d'attendre que les conditions extérieures fassent varier le seul facteur que nous aurions souhaité ; et même si nous avions eu la possibilité de nous placer dans des conditions bien précises, la répartition des poudres sur les lignes de prélèvement serait restée dépendante de conditions particulières et imprévisibles, propres aux points choisis pour l'analyse. Nous donnerons donc les résultats obtenus dans chaque expérience, en précisant les conditions générales de l'exécution et nous essayerons de dégager quelques règles apportant une contribution à l'étude de ce problème complexe.

Première série d'expériences

Traitements à l'arséniate de chaux, à Péronne. Conditions générales des essais :

Appareil : Morane 502.

Vitesse de vol : 100-120 km à l'heure ;

Poudre utilisée : arséniate de chaux à 21 p. cent d'As ;

Taux d'épandage : 25 à 80 kg par km de vol.

Quatre essais ont été pris en considération, désignés par les sigles P_1, P_2, P_3 et P_4.

Il est habituel d'exprimer le taux d'épandage en kg de produit par hectare. Considérée du point de vue du dépôt de matière active, cette pratique n'a de sens qu'en admettant que la répartition dans le champ traité est assez homogène. Mais lorsque la poudre est répandue selon une ligne, ce qui est le cas ici, ainsi que dans les opérations de poudrage d'une lisière de forêt, il faut fixer arbitrairement une largeur à la bande traitée pour avoir un taux moyen d'épandage. Il est donc plus rationnel d'exprimer le débit en kg par unité de longueur. Nous choisissons le kg par km comme unité de taux d'épandage.

Disposition des points de prélèvements : Une, deux ou trois lignes de vol de 300 m ou 400 m de long sont repérées dans un chaume. A 50 ou 100 m de chacune des extrémités, on définit, perpendiculairement à la ligne de vol, les lignes de prélèvements, et on y dispose, à 4 ou 5 m d'abord, puis à des intervalles plus grands, les papiers de prélèvements.

Les conditions propres de chacun des quatre essais et les résultats obtenus sont condensés dans le tableau III.

TABLEAU III. — *Répartition de la poudre sur des lignes transversales* (Cas des trajectoires de vol séparées)

Désignation de l'essai	P 1	P 2	P 3	P 4
Nature de la poudre utilisée..	arséniate de chaux finesse : 200/300	arséniate de chaux finesse : 200/300	arséniate de chaux finesse : 100/200	arséniate de chaux finesse : 100–200
Taux et épandage moyen..	50 Kg/Km	entre 50 et 80 Kg/Km	environ 25 Kg/Km	environ 50 Kg/Km
Conditions de passage....	3 espaces de 20 m	2 espaces de 30 m	2 espaces de 40 m	2 sur la même ligne et en sens inverse
Vitesse du vent en m/sec...	1 à 1,5	3	0 à 1	0 à 2
Direction..	latéral	latéral	latéral	à 20°

Distances des points de prélèvement à l'origine, en mètres	Quantités de poudre déposées aux points de prélèvements (en g/m²)							
	Ligne		Ligne		Ligne		Ligne	
	N° 1	N° 2	N° 1	N° 2	N° 1	N° 2	N° 1	N° 2
0	0,01 ← (3)	0,028	0,02	0,039	0,014	0,01	0,06	0,04
2,5							0,17	0,53
4	0,025	0,038						
5			0,12 → (1)	1,0	3,2 ← (1)	3,1	2,2 ← (1)	4,6
7,5							5,0 → (3)	5,5
8	0,005	0,01						
10	0,003	0,02	0,5	0,75	1,05	0,32		
12	0,003	0,02						
12,5							0,432	0,092
15			0,7	0,4	0,62	0,29	0,232	0,16
16	0,012	0,002						
20	3 → (3)	1,8	0,292	0,28	0,328	0,112	0,05	0,065
24		0,35						
25			0,352	0,16	0,372		0,04	0,04
28	0,6	0,102						
30			0,42	0,12	0,18	0,18		
32	0,292	0,24						
35			1,6 ← (3)	0,38	0,156	0,27	0,006	0,09
36	0,055	14						
40	5,3 ← (1)	10	1,4	1,16		0,8		
44	1,06	7						
45			0,44	0,62	1,08 ← (3)	1,05	0,005	0,018
48	0,7	1,06						
50			0,42	0,3	0,3	0,75		
52	1,8	0,424						
55			0,256	0,18	0,2	0,28		
60	0,036	0,25			0,104	0,28		
65			0,098	0,086	0,126	0,20		
70	0,017	0,026						
75					0,065	0,148		
80							0,005	0,005
85			0,1	0,08				
99	0,012	0,006			0,063	0,052		
105			0,047				traces	0,001
120	0,013	0,01			0,036	0,034		
145–155			0,021	0,051	0,029	0,020	traces	traces

Note : les flèches indiquent la position de passage de l'avion et sa direction. Les chiffres entre parenthèses indiquent les numéros des trajectoires.

Observations :

Expérience P_1 : Le débit de la poudreuse a beaucoup varié du début à la fin des trois passages ; sur la première trajectoire le débit a été intense, il a été moyen sur la deuxième et très faible sur la troisième.

Expérience P_2 : Forte ascendance en fin de premier passage.

Expérience P_3 : Premier vol à fort débit, second correct ; le nuage formé est resté stable, se déplaçant lentement sous l'effet d'une très faible brise.

Expérience P_4 : Les deux passages ont été effectués sur la même ligne, en sens inverse.

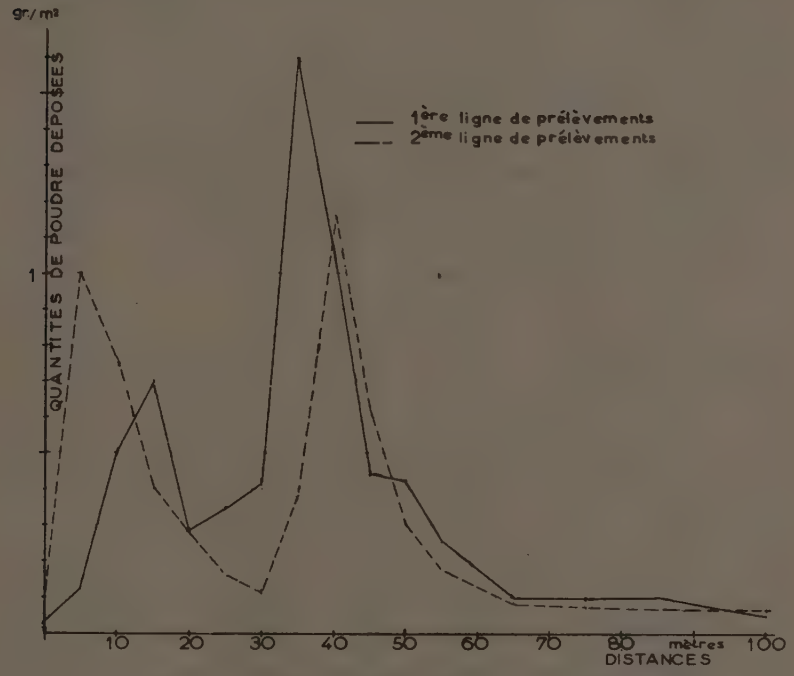


FIG. 1. — Répartition des dépôts, perpendiculairement au vol, dans l'expérience P_3.

Nous complétons le tableau par un graphique (fig. 1) représentant les dépôts dans le cas de l'expérience P_2. Nous nous contenterons de cet exemple, les autres essais donnant lieu à des représentations semblables.

Deuxième série d'expériences

Traitements avec des poudres à base de S. P. C., à Buc. Conditions générales des essais :

Appareils : Piper-Cub 90 avec poudreuse américaine (expériences B_1, B_2, B_3, B_4). — NC 853 avec poudreuse française (expérience B_5).

Poudres utilisées : Deux poudres à base de S. P. C., la poudre nº 1 ayant une charge de kaolin + talc, la poudre nº 2 avec du talc seul.

Disposition des points de prélèvements : Sur un terrain d'aviation, on délimite une surface de 200 × 150 m. Des briques sont posées de 2 m en 2 m sur deux lignes parallèles aux côtés de 150 m, à 50 m des deux extrémités, et orientées dans le sens du vent.

Ces lignes sont recouvertes à chaque opération d'une feuille de papier et on place dessus les plaques de verre. Les côtés du champ parallèles à ces lignes sont balisés de 5 m en 5 m. Deux opérateurs placés aux deux extrémités du champ indiquent à l'aviateur sa ligne de vol. Les trajectoires, parallèles aux côtés de 200 m, sont séparées par des distances de 10 ou de 15 m.

Taux d'épandage : L'avion chargé de 120 kg épuise sa charge. On note la surface couverte au moment de la fin du poudrage. On peut en déduire le taux d'épandage à l'ha ou au km. Les traitements sont tous effectués dans le même sens et par vent latéral.

Les conditions particulières des essais et le détail des résultats sont rassemblés dans les tableaux IV et V.

TABLEAU IV

Conditions des essais des expériences de poudrage par vols équidistants et rapprochés

Nº de l'essai	Avion	Poudre	Taux moyen d'épandage en Kg/Ha	Altitudes de vol en m.	Vent en m/sec.	Passages
B_1	Piper-Club	Nº 1	22	2	5	tous les 10 m.
B_2	Piper-Club	Nº 2	22	2	4–5	tous les 15 m.
B_3	Piper-Club	Nº 1	22	2	6	»
B_4	Piper-Club	Nº	25	8	3–4	»
B_5	N. C. 853	Nº 1	27	2	4–6	tous les 15 m environ

V. — ANALYSE DES RÉSULTATS

1. — Répartition latérale de la poudre dans le cas d'un seul vol

Dans toutes les conditions expérimentales précédemment décrites, où la force et la direction du vent, le type d'appareil, le débit, l'altitude, la nature de la poudre ont varié, les graphiques représentant la répartition latérale de la poudre ont le même aspect que celui de la figure 1 (expérience P_2). Ils présentent un maximum aigu plus ou moins important situé dans le voisinage de la trajectoire. La décroissance, moins rapide dans le sens du vent, leur donne un aspect dissymétrique.

Tableau V

Répartition de la poudre sur des lignes transversales
(Cas des trajectoires multiples et rapprochées)

Désignation de l'essai	B_1		B_2		B_3	
Distance des points de prélèvements au bord du champ :	Quantités de poudre déposées aux points de prélèvements (en g par m²) :					
	Ligne		Ligne		Ligne	
	N° 1	N° 2	N° 1	N° 2	N° 1	N° 2
0	0,076	0,025	0,03	0,015	0,016	—
2	0,049	0,013	0,029	0,045	0,017	0,039
4	0,077	0,025	0,029	0,089	0,011	0,029
6	→ 0,308	0,12	→ 0,029	→ —	→ 0,007	→ 0,030
8	0,153	→ 0,388	0,025	0,038	0,013	0,023
10	0,149	0,162	0,021	0,03	0,023	0,025
12	0,087	0,173	—	0,022	0,052	0,072
14	0,125	0,058	0,032	0,038	→ 0,010	→ 0,096
16	→ 0,082	0,057	0,023	0,045	0,030	0,185
18	0,079	0,064	0,027	—	0,052	0,080
20	0,041	0,116	→ 0,040	→ 0,096	0,014	—
22	0,15	0,176	1,111	0,020	0,016	0,391
24	0,154	→ 0,316	2,37	0,030	0,024	0,481
26	→ 0,074	0,301	2,31	0,087	0,092	0,214
28	0,333	0,278	0,74	0,452	0,084	0,299
30	0,351	0,295	0,41	0,030	→ 0,091	→ 0,286
32	0,317	—	0,31	0,127	0,102	0,152
34	0,257	→ 0,391	→ 0,44	0,098	0,071	0,142
36	→ 0,316	0,665	1,32	→ 0,092	0,075	0,327
38	0,167	0,283	1,59	0,434	0,102	0,379
40	0,133	0,237	0,419	0,534	0,193	0,508
42	0,253	0,164	0,324	0,077	0,107	1,4
44	0,042	0,123	0,464	0,32	0,076	1,52
46	→ 0,082	0,304	5,48	0,182	→ 0,2	→ 1,09
48	0,055	→ 0,412	6,1	0,216	0,159	1,59
50	0,126	0,506	→ 2,58	→ 0,111	0,135	0,94
52	0,402	→ 1,062	1,86	0,125	0,199	0,82
54	→ 0,286	0,509	0,6	0,301	0,176	0,64
56	0,278	0,34	0,229	0,501	0,256	0,6
58	0,132	—	0,333	0,501	—	0,615
60	0,086	0,188	0,523	0,541	→ 0,208	→ 0,37
62	0,090	0,12	0,345	0,330	0,105	3,17
64	0,28	0,24	→ 0,249	→ 0,197	0,4	0,4
66	→ 0,316	0,093	→ 0,332	→ 0,195	0,461	0,54
68	0,167	→ 0,179	0,123	0,205	1,34	0,71
70	0,170	0,517	0,115	0,796	1,05	0,176
72	0,117	0,464	0,101	0,545	—	—
74	0,262	0,9	0,103	0,311	—	0,244
76	→ 0,403	→ 0,5	0,076	0,188	→ —	→ 0,358
78	0,358	1,232	0,126	0,184	—	0,346
80	0,271	→ 2,57	→ 0,203	→ 0,189	1,15	0,093
82	0,419	2,37	0,073	0,755	1,36	0,361
84	0,364	2,37	0,0	0,778	—	0,29
86	→ 0,394	→ 2,08	0,074	0,456	0,35	0,293
88	0,325	2,2	0,064	0,423	0,38	0,315
90	0,230	1,88	0,068	0,166	→ 0,188	→ 0,243
92	0,268	→ 1,86	0,068	0,073	0,193	0,33
94	0,193	1,39	0,038	0,103	0,077	0,134
96	→ 0,109	→ 0,616	→ 0,066	→ 0,076	0,076	0,147
98	0,110	0,378	0,040	0,198	0,079	0,241

TABLEAU V (*suite*)

Répartition de la poudre sur des lignes transversales
(Cas des trajectoires multiples et rapprochées)

Désignation de l'essai	B_4		B_5	
Distance des points de prélèvements au bord du champ :	Quantités de poudre déposées aux points de prélèvements (en g par m²) :			
	Ligne		Ligne	
	N° 1	N° 2	N° 1	N° 2
0	→ 0,02	→ 0,04	0,07	0,0.
2	0,02	0,03	0,11	0,02
4	0,1	0,0.	0,16	0,06
6	0,03	0,12	0,09	0,02
8	0,33	0,0.	0,14	0,0.
10	0,18	0,04	0,12	→ 0,09
12	0,2	0,05	→ 0,25	0,15
14	0,12	0,07	0,2	0,6.
16	→ 0,17	→ 0,08	0,4	0,02
18	0,13	0,06	0,38	0,12
20	0,11	0,06	0,21	0,08
22	0,08	0,05	0,39	0,13
24	0,03	0,0.	0,38	0,22
26	0,06	0,04	0,34	0,37
28	0,27	0,04	→ 0,34	0,44
30	→ 0,18	→ 0,06	0,32	0,42
32	0,11	0,07	0,63	0,5.
34	0,1.	0,07	0,36	→ 0,73
36	0,11	0,07	0,53	→ 0,65
38	0,08	0,06	→ 0,74	0,17
40	0,14	0,07	0,57	0,22
42	0,13	0,05	0,31	0,29
44	0,12	0,03	0,37	0,28
46	→ 0,28	→ 0,07	0,46	0,39
48	0,32	0,04	0,95	0,35
50	0,18	0,05	→ 0,21	→ 0,31
52	0,24	0,09	0,32	0,15
54	0,2.	0,07	0,37	0,15
56	0,22	0,06	0,49	0,13
58	0,24	0,05	0,76	0,15
60	→ 0,22	→ 0,07	0,56	0,27
62	0,0.	0,06	0,43	0,54
64	0,17	0,03	→ 0,71	→ 0,06
66	0,12	0,04	0,19	0,06
68	0,12	0,05	0,17	0,11
70	0,17	0,07	0,27	0,15
72	0,14	0,01	1,16	0,14
74	0,1.	0,14	0,5.	0,11
76	→ 0,05	→ 0,09	0,43	0,16
78	0,06	0,07	0,88	0,45
80	0,03	0,1.	0,77	0,4.
82	0,06	0,09	→ 0,72	→ —
84	0,07	0,07	0,63	0,05
86	0,15	0,13	1,39	0,12
88	0,09	0,11	0,97	0,14
90	→ 0,05	→ 0,14	→ 0,88	→ 0,15
92	0,03	0,1.	0,27	0,13
94	0,02	0,15	0,0.	0,03
96	0,07	0,14	0,0.	0,02
98	0,03	0,13	—	0,01

Sous le vent, l'intensité des dépôts est encore assez importante à 10-15 m du maximum. On se rend mieux compte de cela en rapportant les dépôts au dépôt maximum.

Dans le tableau VI nous présentons les variations de ce rapport dans deux expériences bien différentes.

TABLEAU VI

Variation du rapport de l'intensité du dépôt en un point à l'intensité maximum

Distances en mètres	Rapport $\frac{\text{dépôt}}{\text{dépôt maximum}}$	
	Expérience P_2 (2e ligne)	Expérience B_1
— 8		0,06
— 6		0,03
— 5	0,04	
— 4		0,06
— 2		0,31
0	1	1
2		0,41
4		0,14
5	0,75	
6		0,15
8		0,14
10	0,4	0,16
15	0,28	
20	0,16	
30	0,12	

Ces résultats sont représentés graphiquement sur la figure 2. Le deuxième exemple est pris dans un essai à nombreux vols. Il correspond aux dépôts résultant de la première trajectoire de l'avion, pour lesquels l'influence d'autres passages n'intervient pas. Le débit de la poudreuse était faible ; la décroissance du dépôt est plus rapide que dans le premier exemple, mais l'aspect général de la répartition est semblable.

2. — Caractères des dépôts de poudre

L'observation visuelle permet d'ajouter quelques remarques aux résultats numériques précédents. La poudre projetée hors du venturi forme un nuage qui atteint le sol après quelques fractions de seconde et qui est constitué par de fines particules. Le vent et les courants aériens de différentes natures déforment, étirent, entraînent ce nuage ; il peut s'élever ou courir sur le sol en s'étalant. On est tenté de lui attribuer la formation des dépôts de poudre. Or, lorsqu'on observe les surfaces de prélèvements, on constate sur certaines de petits amas de poudre, plus ou

moins régulièrement distribués, qui ne peuvent provenir du nuage dans lequel les particules sont réparties de façon homogène.

Cette remarque nous entraîne à distinguer deux sortes de dépôts : un dépôt de petits amas de dimensions variées et de répartition plus ou moins régulière, résultant de l'agglomération des fines particules, et un dépôt très régulier et très fin. Le premier, conséquence d'une chute de poudre rapide et peu apparente dans le voisinage des venturis, est le plus important, et on peut constater sa présence même dans les cas où le nuage a été visiblement entraîné assez loin avant de toucher le sol. Le second, formé à partir de la poudre en suspension dans le nuage, peut s'observer loin du point de passage des appareils.

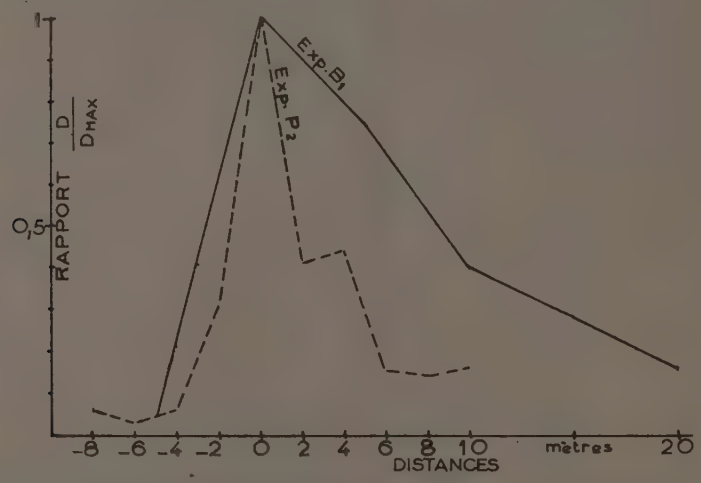


FIG. 2. — Variations du rapport des dépôts au dépôt maximum, suivant une ligne transversale, dans les expériences P_3 et B_1.

Dans l'expérience P_3, les conditions aérologiques étaient telles que le nuage très stable n'a touché le sol qu'après avoir parcouru plusieurs dizaines de mètres et cependant le dépôt, dans le voisinage immédiat de la trajectoire de l'avion, était très important, comme on peut le constater à la lecture du tableau III. Dans ce cas, nous avons vu le nuage rouler sur le sol nu sur plusieurs kilomètres, mais cependant déjà, à 100 m du passage, la quantité déposée était très faible, de 0,02 mg par m^2, soit 1/50 du maximum.

Les dépôts irréguliers de poudre nous permettent d'expliquer les différences d'intensité trouvées entre les prélèvements peu éloignés, sur lesquelles nous allons revenir.

Il convient ici de tirer une conclusion de cette constatation. Lorsque nous donnons l'intensité des dépôts en une zone de fort dépôt, nos résul-

tats expérimentaux expriment une valeur moyenne correspondant à une répartition uniforme de la poudre. Nous ne pourrions déduire de cette valeur la même efficacité que dans le cas d'un poudrage ordinaire, car les dépôts par agglomérats sont beaucoup moins adhérents sur les végétaux que le dépôt fin et uniforme de valeur moyenne correspondante. La moindre agitation du feuillage les détruit et une partie de la poudre tombe à terre. Ce phénomène a pour conséquence d'uniformiser le poudrage dans la culture, mais au détriment du rendement.

3. — Variation de l'intensité des dépôts dans le sens du déplacement de l'appareil

Lorsqu'on effectue les déterminations de l'intensité des dépôts sur deux transversales, même peu écartées, on constate des variations assez importantes entre des points pourtant homologues. Les résultats de l'expérience P_4 qui illustrent ce point, sont rassemblés dans le tableau VII.

Tableau VII

Intensité des dépôts de poudre sur deux lignes transversales distantes de 1 à 2 m (expérience P_4)

Trajectoire de l'avion : deux passages en sens inverses sur la même ligne à 5 m du sol. Vent : faible, dans le sens de la trajectoire.

N° de la transversale	Intensité des dépôts, en g. par m², pour des distances à la ligne de vol (en mètres) de :							
	— 5	— 2,5	0	2,5	5	7,5	10	15
I	0,06	0,17	2,2	5,0	3,0	0,43	0,23	0,05
II	0,04	0,53	4,6	5,5	3,4	0,092	0,16	0,065
Rapport $\frac{I}{II}$	1,5	0,32	0,47	0,90	0,88	4,7	1,45	0,76

Les écarts constatés entre les densités de dépôts s'expliquent par des irrégularités dans le débit de la poudreuse, se traduisant par des agglomérats plus importants en nombre et en dimensions. Au niveau de la transversale I, les venturis ont débité plus vers la droite, tandis que pour la transversale II l'émission était relativement plus importante vers la gauche.

En dépit des perfectionnements apportés aux poudreuses et à la qualité des poudres, de semblables irrégularités se retrouvent constamment, et interviennent pour une part dans la répartition irrégulière des maximums trouvés dans le cas des vols multiples rapprochés.

4. — Influence du vent sur les dépôts de poudre

On peut penser à priori que le vent doit avoir pour effet de déporter, par rapport à la trajectoire de l'appareil, la position de la ligne d'intensité maximum des dépôts. On peut encore supposer que la poudre qu'il entraîne, retombant en partie, forme des dépôts de faible intensité, très éloignés des points d'émission ; nous allons étudier ces deux problèmes.

a) **Modification de la distribution de la poudre sous l'action du vent.** — L'influence du vent sur la répartition des dépôts de poudre dépend évidemment de la hauteur d'émission. Pour un vol avec venturi à 3-4 m du sol, le vent, même léger, provoque avant tout une déformation de la courbe représentative de la densité des dépôts de poudre, qui prend une allure dissymétrique. La position du maximum est peu déplacée par un vent faible. Ainsi dans l'expérience P_1, le premier maximum est déporté d'environ 2 m dans le sens du vent, par rapport à la ligne de vol.

Dans la deuxième série d'expériences, les maximums ne se placent pas toujours comme on pourrait le prévoir, mais il convient de remarquer qu'ils ne correspondent plus à un dépôt simple et résultent de la superposition de plusieurs dépôts successifs.

Les dépôts simples en un point donné d'une transversale, ne varient d'ailleurs pas régulièrement avec la distance du point considéré à la trajectoire de vol. Parmi les causes perturbatrices de la loi de distribution transversale, il y a non seulement, comme nous l'avons déjà relevé, le fonctionnement irrégulier des poudreuses, mais aussi les variations continuelles de la direction et de la vitesse du vent. En particulier, dans nos expériences de Buc, nous devons mentionner que le vent soufflait en rafales et, dans certains cas, deux zones de forte intensité ont pu se superposer pour donner un maximum en un point inattendu. Sous ces réserves, nous avons déterminé, pour plusieurs essais, la grandeur de la translation des maximums dans le sens du vent. Ces résultats sont rassemblés dans le tableau VIII.

Dans les cas où le relevé du maximum est possible, il apparaît qu'il est déplacé de quelques mètres, 2 à 6, pour un vent de 3 à 4 m/sec.

Le déplacement est évidemment plus important, lorsque la vitesse du vent augmente. C'est le cas de l'expérience B_2, où le vent a atteint la vitesse de 6 à 7 m par seconde et encore, dans ce dernier cas, certains déplacements importants doivent être le fait des rafales violentes qui ont balayé le terrain au moment du traitement.

Influence combinée de l'altitude et du vent : Un essai dans les conditions assez voisines des précédentes, avec vent de 3 à 4 m par seconde,

mais où l'avion volait à 8 m, donne les translations suivantes, sur une des transversales : 8 m, 13 m, 18 m, environ 15 m, 10 m, 16 m.

Sur l'autre transversale, les maximums n'apparaissent pas. Ces résultats sont conformes à ce qu'on aurait pu imaginer à priori : plus la poudre tombe de haut et plus elle est déportée par le vent et moins le maximum du dépôt est aigu. Les pertes sont parallèlement plus importantes.

En résumé, lorsqu'un avion travaille près du sol par un vent faible, *la chute principale de poudre se produit dans le voisinage de la trajectoire de l'appareil.*

TABLEAU VIII

Translation des maximums de densité des dépôts sous l'influence du vent (en mètres).
Cas de vols successifs. Venturi à 2-3 m.

N° de l'expérience	B_1		B_2		B_3		B_5	
Vitesse du vent	5 m/sec		4 à 5 m/sec		6 à 7 m/sec		4 à 5 m/sec	
N° du vol	2e ligne	1e ligne	1e ligne	2e ligne	1e ligne	2e ligne	1e ligne	2e ligne
1	1	0	4	6	7	11	4	0
2	?	0	4	8	11	9	4 à 10	4
3		2	0	6	10	13	6	2
4		2 à 4	?	6		?	2 à 10	4
5		?	0		8	?	6	?
6		2			7			
7		2 à 4						
8		2						
9		2						

b) **Entraînement lointain de la poudre : Dépôts en dehors de l'aire de traitement.** — Le nuage de poudre est partiellement entraîné par le vent. Il abandonne une partie de la poudre en se déplaçant et forme ainsi, plus ou moins loin, des dépôts de produits parfois toxiques, dont il est utile de connaître l'importance. En effet, ces dépôts peuvent se situer en dehors de l'aire traitée, sur des plantes qui risquent, dans un délai rapproché, d'être consommées par l'homme ou les animaux domestiques. La substance entraînée peut aussi posséder, à petite dose, des propriétés phytotoxiques pour certaines plantes cultivées.

Nous avons donc déterminé les quantités de poudre déposées plus ou moins loin. La comparaison des quantités de poudre déposées, soit que l'appareil se déplace avec le vent de côté ou qu'il suive une trajectoire faisant un angle de 20° avec la direction du vent, montre que les dépôts lointains sont bien dus à l'entraînement par le vent. Le tableau IX indique que, dans la première expérience, malgré un poudrage plus abon-

dant, la quantité de poudre déposée à 20-30 m est 10 à 15 fois plus faible que dans le cas du traitement avec vent latéral. Le dépôt à cette distance est même plus faible que celui qui se produit à 100 m dans le second cas. La méthode d'analyse n'a pas été assez sensible pour mettre en évidence un dépôt de poudre à 100 m.

Tableau IX

Intensités des dépôts lointains de poudre en rapport avec la direction du vent, Poudrages à l'arséniate de chaux (Péronne).

	Intensités des dépôts en g. par m², à des distances du dépôt maximum (en m) de :					
	10	15	20	30	75	100
Expérience P_4 :						
Trajectoire de l'avion faisant un angle de 20° avec la direction du vent.	0,05	0,04	0,006	0,005	0,005	traces
Dépôt maximum : 5,0 à 5,5 g/m²	0,065	0,04	0,09	0,008	0,005	0,001
Expérience P_3 :						
Trajectoire de l'avion perpendiculaire à la direction du vent.	0,2	0,1	0,126	0,065	0,036	0,029
Dépôt maximum : 0,108 g/m², 1,05 g/m²	0,28	0,28	0,2	0,148	0,034	0,020

L'importance du débit ne paraît pas avoir une grande influence sur les quantités déposées par suite de l'entraînement par le vent, ainsi qu'il ressort de la comparaison de deux essais rassemblés dans le tableau X. Dans un cas, la quantité de poudre recueillie au voisinage de la poudreuse était de 10 g par m² et dans l'autre 10 fois plus faible, soit 1,08 g par m². Dans l'un et l'autre cas, le vent était très faible. A 50 et 80 m, le dépôt est plus faible pour le débit le plus fort.

Tableau X

Influence du débit sur les dépôts lointains de poudre

Distance de point de prélèvement au maximum :	Intensité des dépôts en g./m²	
	Expérience P_1 Maximum : 10	Expérience P_3 Maximum : 1,08
20 m	0,25	0,126
30 m	0,026	0,065
50 m		0,063
55 m	0,006	
75 m		0,036
80 m	0,01	
95-100 m		0,029

Quantité de poudre retenue par des obstacles perpendiculaires au vent. — Nous avons également essayé d'apprécier la quantité de poudre qui peut être captée par des papiers glycérinés placés perpendiculairement au vent et situés à différentes hauteurs au-dessus du sol. Ces déterminations ont été faites dans le cas du traitement d'un champ de 8,5 ha, à raison de 30 kg par ha, avec un vent de 1 m par sec.

TABLEAU XI

Quantité de poudre retenue par un obstacle vertical

Distance des panneaux à la lisière du champ	Quantité de poudre en g. par m²		
	Panneaux horizontaux	Panneaux verticaux à 30 cm du sol	Panneaux verticaux à 1,60 m du sol
35 m	0,07	0,22	0,08
85 m	traces	0,15	0,14

Ces résultats montrent qu'un obstacle frappé par le vent peut recevoir plus de poudre qu'il ne s'en dépose sur une surface horizontale située au même point. A 35 m, dans l'expérience relatée, les rapports de ces quantités sont au maximum de 3 à 1. Les variations avec la hauteur n'ont aucune signification véritable.

Influence de la vitesse du vent. — Dans le tableau XII, nous rassemblons les résultats de détermination de quantités de poudre déposées sur différentes surfaces horizontales, loin de la trajectoire, pour trois vitesses du vent.

TABLEAU XII

Dépôts lointains de poudre en rapport avec la vitesse du vent

N° de l'expérience	P_3	P_1	P_2
Vitesse du vent	1 m/sec	env. 1,5 m/sec	env. 3 m/sec
Dépôt maximum en g./m²	1,08	5,3	1,6

Distance au maximum	Intensité des dépôts en g par m²		
50 à 55 m	0,063	0,012	0,1
70 à 80 m	0,036	0,013	0,47
100 m	0,029		0,021

L'effet, sur les dépôts éloignés, d'une variation de vitesse du vent entre moins de 1 m par seconde et 3 m par seconde n'est pas suffisamment important pour que la méthode employée permette de le mettre en évidence. Ce fait n'est pas surprenant : on admet sans peine qu'un vent assez fort entraîne plus de poudre, mais n'en laisse pas déposer davantage par unité de surface.

5. — Dépôts de poudre sur des surfaces orientées vers le sol

Dans le cas de certains traitements, contre les Pucerons sur Betterave par exemple, il est important que la poudre atteigne la face inférieure du feuillage traité, pour venir au contact du parasite à combattre.

Il fallait donc déterminer si, dans le cas de projection de poudre par un avion, des remous d'air pouvaient entraîner une fixation notable de produit sur les surfaces orientées vers le sol. Nous avons donc cherché à

déterminer le rapport entre les quantités de poudre pouvant atteindre la face inférieure et la face supérieure des surfaces horizontales ou inclinées à 45°. Pour atteindre ce but, nous avons placé dans ces deux orientations des feuilles glycérinées et nous avons analysé les dépôts après le passage de l'avion. Ces résultats sont reportés dans les tableaux XIII et XIV.

Tableau XIII

Dépôts de poudre sur la face inférieure des surfaces horizontales

Expérience P_3 : Poudrage à l'arséniate de chaux.

Hauteur au-dessus du sol	Quantités de poudre en g par m_2 : Face supérieure F_1	Face inférieure F_2	Rapport $\frac{F_1}{F_2}$
45 cm	2,0	0,094	21
30 cm	1,0	0,114	8,8
15 cm	0,19	0,065	29

Les surfaces inclinées à 45° sur l'horizontale ont été disposées parallèlement à l'axe du vol ou perpendiculairement au plan vertical passant par l'axe de vol.

Tableau XIV

Dépôts de poudre sur la face inférieure de surface inclinée à 45°.
Poudre à base de parathion.

Disposition des éléments	Élément N°	Quantités de poudre en g par m^2			
		1er poste		2e poste	
		face sup.	face inf.	face sup.	face inf.
Vent 3 ↘ ; 2 ; 4 ; axe de vol ↓ ; 1	1	0,12	0,035	0,27	0
	2	0,27	traces	0,50	0,23
	3	0,18	traces	1,19	traces
	4	0,19	0,158	0,63	traces

Les quantités retrouvées à la face inférieure peuvent être exceptionnellement du même ordre de grandeur qu'à la face supérieure, mais elles sont la plupart du temps extrêmement faibles.

On peut conclure de ces expériences qu'il est possible que de la poudre atteigne la face inférieure des feuilles, mais que la quantité est toujours très faible et très inférieure à celle qui atteint la face supérieure.

6. — Répartition transversale de la poudre dans le cas de trajectoires multiples rapprochées

Ecartement des trajectoires. — A partir des graphiques qui traduisent la physionomie des dépôts dans le cas d'un seul vol, on peut tenter de déterminer la répartition théorique de la poudre dans un champ traité par vols parallèles. La régularité de la distribution dans une direction perpendiculaire aux vols devrait dépendre de l'écartement des trajectoires et de la superposition des dépôts successifs ; les quantités tombant à 50 ou 100 m de la ligne de vol, étant de très peu d'importance, n'interviennent que pour augmenter le dépôt général sur un côté du champ.

On pourrait penser que, pour des trajectoires distantes d'une dizaine de mètres, la superposition des dépôts moyens situés de part et d'autre de deux trajectoires contiguës entraînerait une répartition assez uniforme, avec quelques petites ondulations aux lieux de passage de l'avion, ondulations s'accusant d'autant plus qu'augmente la distance entre deux vols.

Les expériences B_1 à B_5 ont été entreprises pour vérifier ce point. Les résultats obtenus n'ont pas répondu à ces vues idéales. Que les poudrages soient exécutés tous les 10 m ou tous les 15 m, les graphiques traduisant la répartition transversale présentent des ondulations assez accusées et qui ne sont pas toujours équidistantes.

Nous donnons (fig. 3) deux exemples de ces répartitions se rapportant aux cas de passages espacés de 10 ou 15 m. Ces exemples correspondent aux résultats expérimentaux des essais B_1 et B_3, mais dans un but de clarté nous les avons simplifiés en négligeant les fluctuations expérimentales secondaires. Ces deux courbes représentatives montrent bien, dans un cas comme dans l'autre, l'irrégularité des dépôts.

Il est évident que, pour que l'ensemble d'un traitement reste correct, il faut éviter que le champ soit poudré suivant des bandes séparées par des espaces qui reçoivent des quantités minimes de poudre. L'intensité des dépôts doit être partout au-dessus d'un certain seuil, qui dépend de l'efficacité des produits utilisés vis-à-vis des parasites à combattre. Ce dépôt minimum en tout point du champ doit être obtenu, sans que les dépôts maximums atteignent un niveau trop élevé.

L'examen des graphiques de poudrage par vol unique montre qu'il convient, pour obtenir ce résultat, de resserrer les trajectoires ; les écartements de 10 à 15 m, qui correspondent à nos essais, nous paraissent ne pas devoir être augmentés.

Régularité du traitement. — Nous venons de démontrer qu'il existe,

sur les transversales aux lignes de vol, des maximums de dépôt et que, pour que le traitement soit satisfaisant, il faut qu'il n'existe pas de zone de faible dépôt et de zone de très fort dépôt. La proportion de ces zones sur une aire traitée pourra donner une représentation de la qualité de l'épandage.

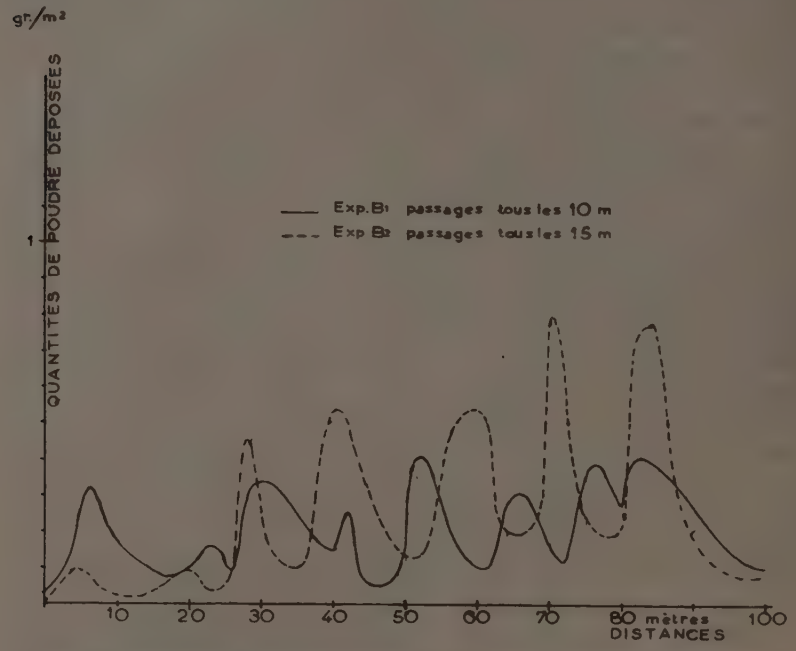


FIG. 3. — Répartition (schématisée) des dépôts de poudre sur une ligne perpendiculaire aux lignes de vol, lorsque les trajectoires sont espacées de 10 m et de 15 m (Expériences B_1 et B_3).

Aussi, dans les expériences de Buc, pour le taux moyen d'épandage de 20 à 25 kg par ha, et compte tenu du mauvais rendement, nous pouvons répartir les zones de poudrages de la façon suivante :

Zone non traitée : correspondant à des dépôts inférieurs à 1 kg par ha ;

Zone moyennement traitée : correspondant à des dépôts de 1 à 7 kg par ha ;

Zone fortement traitée : correspondant à des dépôts de 7 à 25 kg par ha ;

Zone excessivement traitée : correspondant à des dépôts supérieurs à 25 kg par ha.

Nous indiquons dans le tableau XV les proportions de la surface totale traitée revenant à ces diverses catégories.

TABLEAU XV

Régularité du traitement

Nature de la zone	Pourcentage de la surface totale dans les différentes zones				
	Exp. B_1	Exp. B_2	Exp. B_3	Exp. B_4	Exp. B_5
Zone non traitée	20	38	34	59	18
Zone moyennement traitée	69	49	53	41	70
Zone fortement traitée	11	10	12	0	12
Zone excessivement traitée	0	0	3	1	0

L'examen de ce tableau montre immédiatement qu'un traitement par vol non rasant (B_4) est nettement défectueux ; plus de la moitié de la surface doit être considérée comme n'ayant pas reçu une quantité suffisante de poudre pour que le traitement soit efficace. Par contre, les essais B_1 et B_5, exécutés avec deux types d'appareils poudreurs, présentent sensiblement la même répartition.

Les surfaces appartenant aux divers niveaux de traitement sont également assez voisines dans les expériences B_2 et B_3, qui diffèrent surtout par la nature de la poudre utilisée : charge au talc ou mélange de talc et kaolin.

Si l'on compare les expériences B_1 et B_3, on constate que l'écartement des trajectoires, passant de 10 à 15 m, augmente la surface des zones à traitement insuffisant. Cette conclusion n'apparaît pas si la comparaison porte sur les expériences B_1 et B_5, mais la modification dans l'appareil poudreur peut être intervenue pour masquer cette différence.

7. — Quantités de poudre retrouvées : Rendement d'un traitement

Il est possible, dans les expériences à vols multiples, d'estimer la quantité de poudre tombée sur la surface traitée. On peut admettre qu'elle est peu différente de la moyenne des deux quantités déterminées en supposant le champ uniformément couvert dans le sens de la longueur, à l'image de la première et de la deuxième ligne de prélèvements.

Le taux d'épandage étant connu, on peut calculer la proportion de la poudre utilisée qu'on retrouve dans le champ. Cette proportion constitue ce que nous appelons le *rendement du traitement*. Les pourcentages de poudre ainsi retrouvés sont indiqués dans le tableau suivant.

Dans les expériences B_1, B_2, B_3, l'épandage de poudre a été réalisé avec le même appareil, à peu près à la même hauteur de poudrage. En B_1 et B_3, la poudre était la même, mais en B_3 le vent était un peu plus fort. On ne peut pas considérer que la différence de rendement ait une valeur significative. Entre B_2 et B_1, la différence essentielle tient à la nature de

la poudre ; le rendement est plus élevé en B_2, mais il ne faudrait pas en déduire que la poudre était mieux adaptée, car ce résultat est dû à l'existence de plusieurs maximums très importants dans ce traitement.

TABLEAU XVI

Pourcentages de poudres retrouvés sur le champ traité

Expériences	Vitesse du vent en m par sec.	Hauteur de vol en mètres	Taux d'épandage en Kg/Ha	Quantité de poudre retrouvée à l'Ha, en Kg	Pourcentages de poudre retrouvés	
B_1	5	2	22	1e ligne : 2,00 2e ligne : 7,08	9,9 27,6	18,7
B_2	4-5	2	22	1e ligne : 6,89 2e ligne : 2,21	31,3 10,0	20,6
B_3	6	2	22	1e ligne : 3,04 2e ligne : 4,57	13,8 20,7	17,2
B_4	3-4	8	25-26	1e ligne : 1,24 2e ligne : 0,69	4,9 2,8	3,8
B_5	4-6	2	27-30	1e ligne : 4,31 2e ligne : 2,00	15,9 5,4	10,6

On peut dire que, dans ces expériences, ni la variation de la vitesse du vent (B_1-B_3), ni la nature de la poudre (B_1-B_2) n'ont conduit à des différences dans la proportion de poudre retrouvée. Les différences que l'on constate sur le tableau sont la conséquence d'irrégularités plus ou moins marquées dans l'épandage.

Par contre, il apparaît nettement que, par un vent tel que celui qui existait ce jour-là, la perte de poudre augmente lorsque l'avion travaille de plus haut. Ainsi, en B_4 et pour une hauteur de travail de 8 m, le rendement était de 3,9 p. cent, contre 13 à 20 p. cent en B_3, pour un vent sensiblement plus fort, mais avec une hauteur de travail de 2 m.

Il est encore remarquable de constater combien la proportion de poudre retrouvée dans le champ est faible ; dans les meilleures circonstances de ces essais, en particulier sur la première ligne de l'expérience B_2, elle atteint seulement 31 p. cent (fig. 4).

Dans les essais avec un seul vol, où nous avons travaillé par vent faible, les résultats sont un peu supérieurs. Dans l'expérience P_3, par vent sensiblement nul, la quantité retrouvée est en moyenne 33 p. cent de la quantité épandue. Une telle perte de poudre est surprenante ; elle a déjà été remarquée par différents auteurs.

La poudre perdue ne se trouve pas dans le voisinage immédiat du champ traité, car le total des dépôts extérieurs qu'on peut déduire des résultats analytiques ne permettrait pas de combler le déficit. Il faut donc admettre que la poudre se disperse en très faibles quantités, non perceptibles à l'analyse, sur de grandes étendues, et que les nuages de poudre

qui montent dans l'atmosphère et qui ont des volumes considérables, entraînent une partie importante, perdue pour le traitement, des produits mis en œuvre.

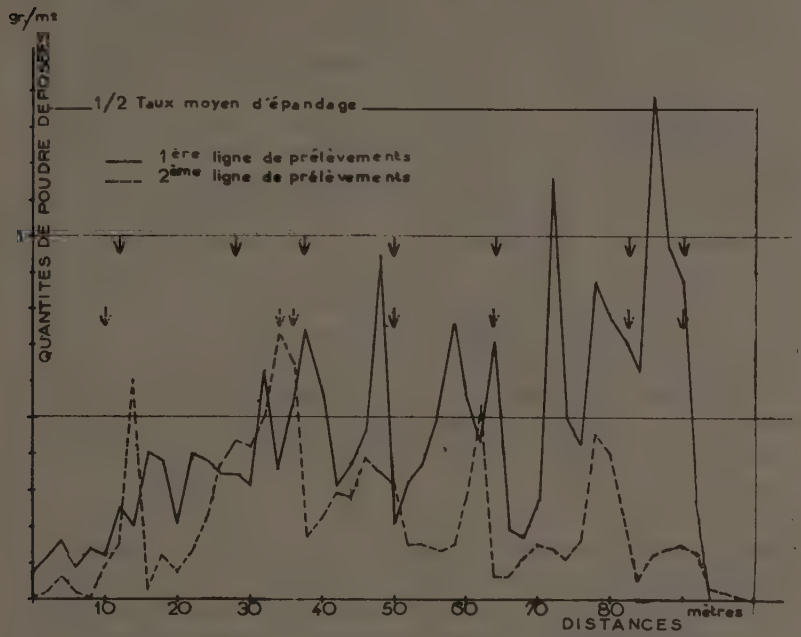


FIG. 4. — Importance des dépôts, perpendiculairement aux vols, dans l'expérience B_3.

VI. — CONCLUSIONS

Les séries d'expériences que nous avons réalisées sur le traitement des cultures au moyen d'avions poudreurs nous permettent de faire plusieurs constatations, d'où pourront découler quelques conclusions pratiques.

Certaines de ces conclusions reposent d'ailleurs sur un petit nombre d'essais. Nous estimons cependant qu'elles sont valables pour les types d'avions et d'appareils poudreurs avec lesquels nous avons travaillé.

1. Un premier fait bien établi est l'irrégularité des quantités de poudre déposées sur l'aire traitée. Chaque passage de l'avion provoque, sous sa trajectoire ou à peu de mètres de distance, la formation d'un maximum de dépôt correspondant à un taux d'épandage très supérieur à celui qui était prévu. Ces maximums sont séparés par des zones de faibles dépôts. L'existence d'un vent perpendiculaire à l'axe de vol de l'avion décale les maximums dans le sens du vent, mais n'intervient que faiblement pour uniformiser les dépôts.

Si l'on veut obtenir, sur la majeure partie de l'aire traitée, le dépôt minimum compatible avec une efficacité suffisante, les trajectoires de l'avion doivent être espacées de 10 à 12 m, 15 m au maximum.

Ces indications se rapportent aux dépôts sur la face supérieure d'une surface horizontale ; sur la face inférieure, ils sont 10 à 30 fois plus faibles.

2. Le « rendement » des poudrages aériens, c'est-à-dire la proportion de la poudre épandue qui se dépose sur l'aire traitée, est toujours faible. Il a varié, dans nos expériences, de 4 à 33 p. cent. La vitesse du vent agit beaucoup pour diminuer le rendement ; les vents supérieurs à 3 ou 4 m par seconde ne sont pas compatibles avec un poudrage aérien acceptable.

Lorsque la vitesse du vent est voisine de 3 ou 4 m par seconde, une augmentation de la hauteur de vol de l'avion accroît, dans une large mesure, l'action du vent défavorable au rendement. Dans tous les cas, il y a intérêt à ce que l'avion vole le plus bas possible, par exemple à 2 m au-dessus du sol, lorsqu'il s'agit de cultures basses.

La faiblesse des rendements a déjà été signalée par d'autres auteurs ; elle se manifeste même quand les conditions les plus favorables se trouvent réunies. Elle peut s'expliquer en première analyse, par l'entraînement à grande distance, dans l'atmosphère, d'une partie considérable de la poudre utilisée.

3. Nos études montrent nettement cet entraînement lointain. Nous avons signalé que, dans une expérience faite à Péronne par temps très calme, le nuage de poudre formé par l'avion avait été observé dérivant sans se dissoudre jusqu'à plusieurs kilomètres du point d'émission. A Buc, après l'épandage de quelques dizaines de kg d'une poudre à base de S. P. C., l'odeur caractéristique du produit a été perçue peu de temps après dans les rues de Versailles, c'est-à-dire à 4 km en ligne droite de la zone poudrée ; le vent était alors de quelques mètres par seconde et le nuage de poudre n'avait pas persisté.

4. Cet entraînement d'une masse importante de poudre provoque naturellement des dépôts en dehors des surfaces visées par les traitements. Ces dépôts restent d'ailleurs assez faibles, par unité de surface. A 100 m de la lisière du champ, ils varient dans nos expériences depuis des traces indosables jusqu'à 30 γ environ de poudre par m^2. Au-delà de cette distance, le phénomène ne semble pas poser de problème grave pour l'hygiène de l'homme ou des animaux utiles, même si on disperse des produits toxiques. Il en irait différemment avec des poudres désherbantes. Une substance comme l'acide dichlorophénoxyacétique serait susceptible, dans ces conditions, de causer à distance des dégâts à des cultures sensibles.

A noter que si, la poudre entraînée rencontre un obstacle vertical, elle s'y dépose plus abondamment que sur le plan horizontal.

Le débit de l'avion poudreur a peu d'influence sur l'intensité des dé-

pôts lointains. Il en est de même de la vitesse du vent. Un vent plus fort entraîne plus de poudre et l'entraîne sans doute plus loin, mais n'en laisse pas déposer beaucoup plus par unité de surface. Il est probable que, dans ce cas, une partie notable de la poudre se perd dans la masse des poussières de l'atmosphère et échappe définitivement à tout contrôle.

5. Une analyse plus poussée des faits est possible, lorsqu'on observe avec soin l'aspect des dépôts formés à proximité de la trajectoire de l'avion, dans la zone où ils forment des maximums. En ces points, les surfaces horizontales portent de petits amas de poudre ayant un ou quelques millimètres de diamètre et dont le nombre peut être de 10 à 100 sur une surface de 100 cm^2.

Nous interprétons ce fait de la façon suivante : A la sortie des venturis, la poudre, formée de particules de 0,01 à 0,05 mm de diamètre, se divise en deux portions. Dans l'une, les particules élémentaires s'agglomèrent en nombre variable, mais important, et tombent rapidement ; elles sont mal utilisées pour l'action antiparasitaire, car les amas formés sur le feuillage y adhèrent mal. Dans l'autre portion, les particules restent isolées, mais la plupart tombent lentement et souvent en dehors de l'aire traitée, à moins que celle-ci ne soit très vaste. Cette seconde portion de la poudre constitue le nuage caractéristique des poudrages aériens, alors que la chute des agglomérats passe inaperçue. Ce nuage, qu'il reste compact ou qu'il se disperse, a donc peu d'importance pour le traitement : la matière qui le constitue retombe trop lentement sur le sol.

On peut se demander si le tableau assez sombre que nous venons de tracer pour les poudrages aériens ne pourrait être amélioré par une modification, soit des appareils de poudrage, soit des poudres. Le problème paraît ardu. On pourrait concevoir des poudreuses qui évitent la formation des agglomérats, mais la proportion de fines particules entraînées au loin n'en serait que plus forte. Augmenter la grosseur, donc le poids des particules élémentaires de poudre accroîtrait sans doute le rendement, mais ces grosses particules adhéreraient mal au feuillage et tomberaient finalement sur le sol.

Dans nos essais, nous avons parfois fait varier intentionnellement les caractères physiques et la nature des charges des poudres utilisées. Ces modifications assez légères n'ont pas entraîné de conséquences visibles.

Nous devons signaler, par contre, un défaut des appareils qu'il serait sans doute possible de corriger. Tous les poudreurs avec lesquels nous avons travaillé jusqu'en 1952 présentaient, pour un réglage déterminé, des variations de débit considérables : ce fait contribuait à augmenter l'irrégularité des poudrages, dont la cause principale est la chute d'une grande partie de la poudre à proximité immédiate de la trajectoire de l'avion.

VII. — RÉSUMÉ

Dans le présent mémoire, nous avons étudié la répartition de la poudre épandue par un avion.

Nous avons établi l'allure générale de la répartition transversale des dépôts dans le cas d'un seul vol, et dans le cas de plusieurs vols parallèles. Nous avons montré que, lorsque l'avion vole très près du sol, la dérive du dépôt maximum n'est pas très importante. Nous avons déterminé les quantités relatives qui pouvaient être déposées sur la face inférieure d'une surface horizontale ou inclinée, quantités relatives qui sont nulles ou très faibles.

Nous avons déterminé les dépôts jusqu'à une centaine de mètres de la surface traitée ; ils sont très faibles, mais nullement négligeables, et nécessitent des mesures de protection dans le cas de certains traitements où les dépôts pourraient être dangereux pour d'autres plantes, le gibier, les poissons, les abeilles.

Enfin, nous avons mis en évidence une perte considérable de poudre que nous supposons entraînée très loin et dispersée sur de grandes surfaces.

Reçu pour publication le 2 mars 1953.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Anonyme. — Spraying trees from an aeroplane. *Aerial Age Weekly*, 29 août 1921.
(2) Barbey (A.). — La Fidonie du Pin (*Bupalus piniarus*) combattue à l'aide d'un avion. *Rev. des Eaux et Forêts*, **65**, 109-111, 1927.
(3) Beckwith (C. S.). — Dusting, Cranberry bogs from the air *Amer. Cranberry Growers Assoc. Proc. Ann. Conv.*, **66**, 14-16, 1935.
(4) Eckstein. — Zur Geschichte der Bekämpfung gegen schädlicher Insekten im Walde. *Forst. Wochschr. Silva.*, **12** (30), 235-236, 1924.
(5) Houser (J. S.). — The airplane in catalpa sphinx (*Ceratomia catalpae*). *Ohio Expt. Sta. Monthly Bull.*, **7** (7-8), 126-136, 1922.
(6) Ménard (P). — *Le sol*, n° 4-5, 1949.
(7) Raucourt (M.). — Contribution à l'étude chimique des poudrages antidoryphiques. *Ann. Agron.*, **4**, 529-553, 1934.
(8) Raucourt (M.) et Bégué (H.). — Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore. *Monographie des Stations et Laboratoires de Recherches Agronomiques*, 115 p., Imp. Nat., Paris 1942.
(9) Raucourt (M.), Dupoux (R.) et Dupouy (L.). — Nouvelles observations sur l'entraînement des poudres insecticides par le vent. *Rev. Path. Végét. et Entom. agricole*, **22**, 217-221, 1935.
(10) Viel (G.). — Variation de l'effet toxique en fonction de la quantité de poudre déposée dans les poudrages insecticides. *C. R. Acad. Agr.*, 1950.
(11) Viel (G.) et Proust (Mlle J.). — Action des poudres à base de H. C. H. sur les Hannetons en fonction de l'intensité du poudrage. *Proc. of II Int. Congress of Crop Protection* 1949, 482-486, Londres, 1951.

L'ÉVOLUTION D'UNE POPULATION DE HANNETONS COMMUNS (*Melolontha melolontha* L.) DANS UN FOYER SIMPLE A ROUFFACH (HAUT-RHIN)

PAR

P. ROBERT

Station de Zoologie agricole, Colmar

PLAN DU MÉMOIRE

Situation des lieux.

Localisation des vers blancs en 1949.

Comportement des adultes en 1950.

Les sorties de terre.
Les vols préalimentaires.
Les vols de ponte.

Évolution des vers blancs au cours du cycle 1950-1953.

Année 1951.
Année 1952.

Effet de la surpopulation.

Les déplacements des pullulations.

Considérations générales.

Résumé.

Bibliographie

La région du nord-est de la France comprend de vastes foyers de Hanneton commun (*Melolontha melolontha* L.) que la Station de Zoologie agricole de Colmar a déjà étudiés dans la vallée supérieure de la Saône (9) et dans le Sundgau, au sud de l'Alsace (6). Ces sites très étendus présentent des massifs forestiers nombreux, et souvent assez rapprochés, qui facilitent le mélange de populations d'origines diverses au cours des vols préalimentaires ou pendant la dispersion des femelles pondeuses (foyers multiples (7)). Les aires de ponte comportent généralement des aspects

très variés (culture, exposition, hydrographie) qui permettent le développement des Vers blancs dans des conditions climatériques différentes.

Parallèlement à ces études, il a paru intéressant de suivre l'évolution d'un foyer très réduit situé près de Rouffach, dans la grande plaine d'Alsace. Il constitue, par la simplicité de ses composants, un type idéal de « foyer simple » (7), c'est-à-dire un milieu naturel susceptible de permettre à lui seul le *développement permanent d'une population indépendante* de *Melolontha*.

SITUATION DES LIEUX

A Rouffach, la zone occupée par les Vers blancs comprend seulement une prairie d'une étendue de 400 à 500 ha, limitée à l'est par un important massif forestier et entourée par ailleurs par des champs cultivés (fig. 1). Les prés situés entre les deux rivières alsaciennes : la Thur et la Lauch, sont irrigables.

La forêt présente en ce lieu une lisière de 4 km avec de fortes indentations. Elle est traitée en taillis sous futaie (fûts de chênes ; charmes et érables champêtres à l'étage inférieur).

Le relief n'est marqué par aucun accident. L'ensemble est presque rigoureusement horizontal. Le sol est homogène sur toute l'étendue de la prairie. La couche supérieure de 30 à 50 cm est constituée par des alluvions récentes reposant sur un dépôt de gravier et de cailloux pouvant atteindre 100 à 150 m (1) avec ça et là des lentilles d'argile. La terre arable est légère. La grande perméabilité de l'ensemble forme un milieu en général très sain, qui se ressuie vite après des pluies ou des inondations artificielles.

A l'ouest, à 3 km, les collines sous-vosgiennes, plantées en vignes et vergers, s'élèvent jusqu'à 300 m. Elles sont surmontées par la montagne des Vosges dont le rebord faillé dépasse 500 m.

LOCALISATION DES VERS BLANCS EN 1949

Pendant l'été 1948 les Vers blancs avaient fortement endommagé la prairie.

En 1949 les dégâts étaient bien marqués dans les prés par des surfaces de contours irréguliers formant des « taches » où la végétation naturelle de graminées et de légumineuses avait été plus ou moins détruite et avait été remplacée par des plantes adventices. Dans certains cas le sol mis à nu apparaissait sur des étendues de 30 à 50 ares avec quelques rares pieds de marguerites. En bordure de ces aires dénudées avaient pris

(1) Renseignements fournis par M. DELPONT, Directeur départemental du cadastre.

naissance des peuplements denses de gaillets jaunes (*Gallium verum* L.), de carottes sauvages (*Daucus carota* L.) et de marguerites (*Leucanthemum vulgare* L.). Dans d'autres endroits ces plantes s'étaient développées en abondance sur toute la surface de la tache. Des points de moindre attaque étaient indiqués par des associations de la flore naturelle et de la végétation adventice (taches diffuses).

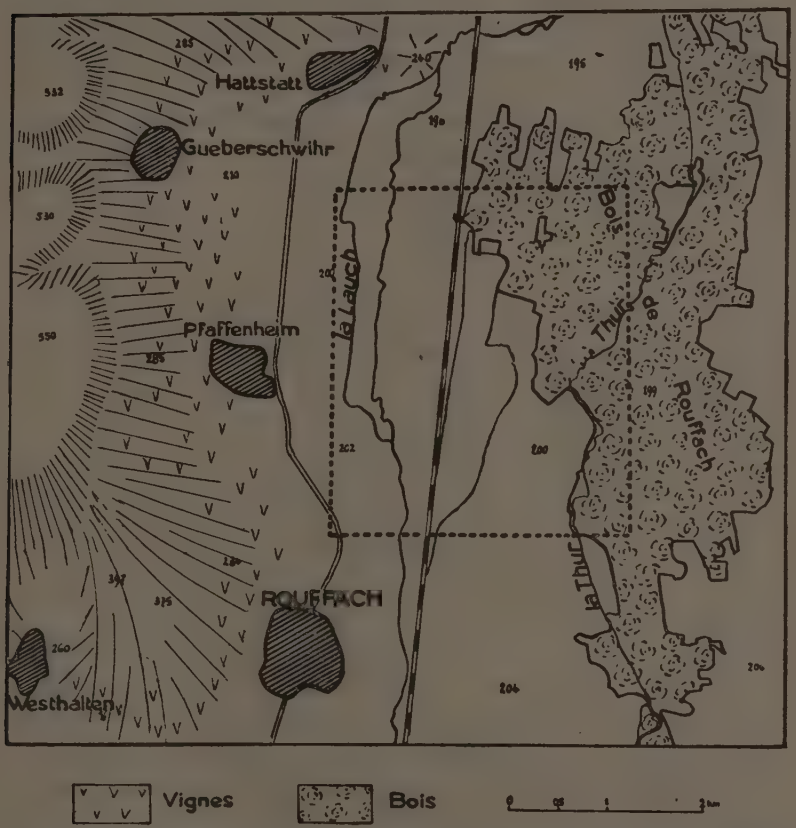


FIG. 1. — Le foyer de Rouffach est constitué par une grande prairie, limitée à l'est par un important massif forestier. A l'ouest, les collines sous-vosgiennes (300 m) puis la montagne qui s'élève jusqu'à 500 m.

Les points les plus touchés étaient éloignés de 200 à 800 m de la forêt et localisés surtout au nord de la prairie (fig. 2).

Des sondages ont été effectués en août 1949 au moment de la nymphose pour apprécier l'importance de la population des Hannetons dans le sol ; 10 parcelles de 1 ha chacune ont été choisies de manière à présenter des dégâts d'intensités différentes (fig. 2). Chaque parcelle a été prospec-

tée à raison de 50 trous de un quart de m² (0,50 × 0,50 m). Les adultes, les nymphes ou les larves étaient profondément enfoncés dans le sol ; la plus grande partie se trouvait entre 25 et 40 cm, certains jusqu'à 50 cm.

Cette étude révéla une forte densité de Hannetons, mais ceux-ci étaient répartis d'une manière irrégulière (tabl. I). Les parcelles 1, 3 et 7 n'avaient pas été endommagées ; elles contenaient peu de Hannetons. Les insectes étaient nombreux, plus de 10 au m², dans des parcelles à bonne végétation n° 2 (fig. 3) et dans celles ne présentant que des taches diffuses (n°s 5 et 6). Au contraire, les ravageurs demeuraient en quantités relativement faibles, de 4 à 7 au m_2, dans les prés (n°s 4, 8, 9, 10) où les dégâts avaient été très importants (terre nue, végétation adventice abondante) ; cependant les Vers blancs y avaient été très nombreux au point de détruire complètement le gazon.

TABLEAU I

Rouffach : Les sondages d'août 1949 (fig. 2 et 3)

N° des parcelles	Adultes et nymphes	Moyenne au m²	Observations
1	70	5,6	pas de taches marquées
2	179	17,4	1/6 en terre cultivée. Le reste en pré avec une bonne végétation. (La moyenne ne tient compte que de la partie enherbée).
3	15	1,2	contre la forêt, pas de tache.
4	62	5	grosses taches avec marguerites, par endroit terrain à nu.
5	127	10,2	taches avec marguerites, tache diffuse.
6	152	12,2	pas de taches de marguerites. Végétation clairsemée, par endroit taches de gaillets.
7	90	1,5	30 sondages au lieu de 50. Végétation normale.
8	90	7,2	grosse tache avec marguerites.
9	72	5,8	très grosses taches avec terre à nu.
10	52	4 2	grosses taches avec marguerites et terre à nu.

Sur la figure 3 sont représentés les résultats obtenus dans deux cas extrêmes. La parcelle n° 2, dont une partie est cultivée, était couverte par un gazon bien fourni, il n'y avait pas de plantes adventices. La densité est très grande, elle atteint par endroit 19 adultes par trou de 1/4 de m². La moyenne est de 17,4 individus par m² pour la partie enherbée. Dans la zone cultivée les Hannetons sont rares. Dans la parcelle n° 9, au contraire, les dégâts ont été considérables ; les surfaces complètement dénudées sont importantes, ailleurs la végétation est pauvre en graminées, mais abondante en marguerites. La population des Vers blancs y a sans doute été très forte pour détruire la prairie. Mais au moment de la nymphose les insectes sont rares. Le chiffre le plus élevé est de 8 individus pour un sondage ; la moyenne est de 5,8 au m².

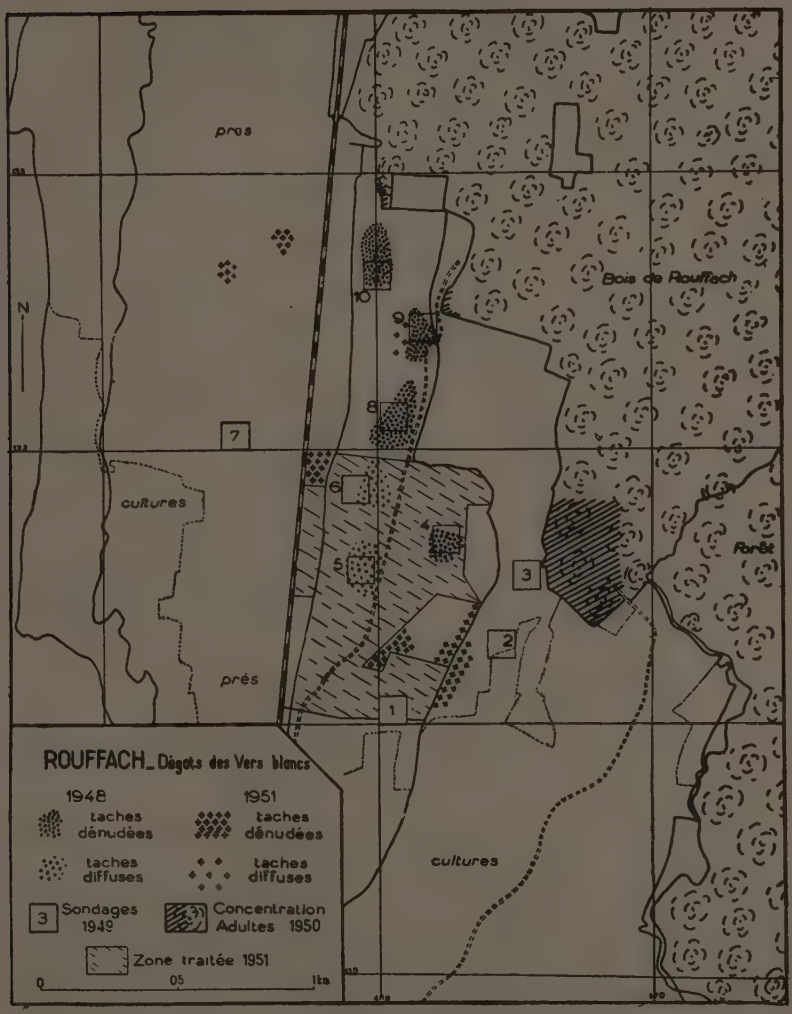


FIG. 2. — Les dégâts pendant le cycle 1947-1950 se sont manifestés au nord du foyer. En 1950, les sorties importantes d'adultes eurent lieu au sud, par suite de la forte mortalité des Vers blancs dans les prés très contaminés. En 1951, les dégâts sont apparus au sud du foyer ; les traitements ont protégé les prés les plus menacés.

Un taux de mortalité élevé a amené une réduction considérable de la masse des insectes dans les secteurs où il y avait eu surpopulation.

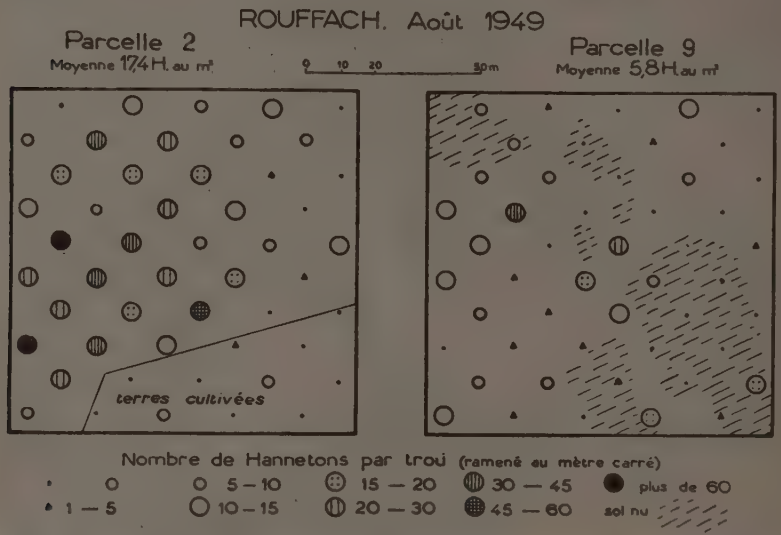


FIG. 3. — Parcelle 2 : la végétation est abondante et sans plantes adventices. Les insectes sont nombreux au moment de la nymphose. — Parcelle 9 : les surfaces dénudées par les Vers blancs sont importantes. Ailleurs la végétation est surtout composée de marguerites. Au moment de la nymphose les insectes sont rares.

COMPORTEMENT DES ADULTES EN 1950

En mars quelques sondages complémentaires ont révélé une mortalité très faible des Hannetons pendant l'hiver.

Les sorties de terre. — Les sorties ont été contrôlées à l'aide de filets à mailles fines (7 × 7 mm), couvrant une surface de 15 m² chacun. Les relevés effectués chaque matin avant 8 heures, permettaient de dénombrer les insectes sortis la veille. Ces filets ont été répartis en deux groupes de 4 : l'un situé en terrain non irrigué, l'autre sur des prés devant être couverts par les eaux fin avril (1).

Comme cela a été observé aussi en Suisse (12) et dans la Trouée de Belfort (6), quelques insectes sont sortis dès le 23 avril. A Rouffach, deux Hannetons ont été récoltés à cette date à l'extérieur des filets. Mais une période froide qui a duré jusqu'au 27 (le 26 il est tombé un peu de neige) a empêché les départs. Ceux-ci ont commencé brusquement le 29 avril,

(1) Nous sommes heureux de remercier M. RICHARD, Directeur de l'École régionale d'Agriculture de Rouffach, d'avoir permis à ses élèves de nous prêter leur concours.

en relation avec un relèvement de la température (fig. 4). Dans la partie non irriguée de la prairie, les captures sous filets ont été très importantes les 29, 30 avril et 1er mai, puis les 4, 5 et 6 mai. Le 2 mai une forte précipitation orageuse (34 mm d'eau) survenue en fin de matinée, après un

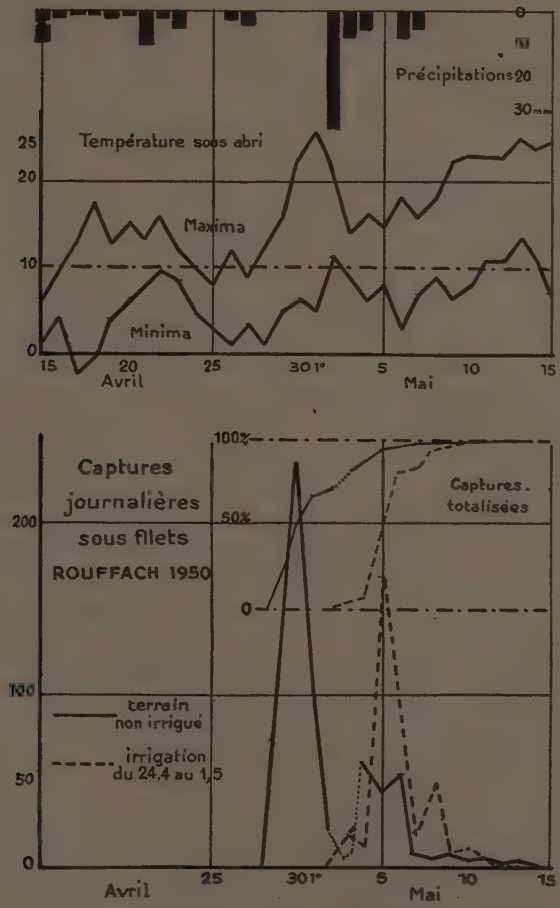


FIG. 4. — En 1950, les sorties ont débuté brusquement en terrain non irrigué ; en terrain irrigué, elles ont été retardées jusqu'au 3 mai. Elles ont été peu échelonnées dans le temps.

début de journée très ensoleillé et chaud, a arrêté les sorties. Les insectes récoltés ce jour étaient déjà sous les filets avant l'orage, ainsi que nous l'avons constaté lors de notre passage vers 10 h du matin. Les résultats du 3 mai ne sont pas connus, mais nous supposons qu'ils sont faibles, la journée ayant été pluvieuse et les vols crépusculaires de faible densité. Dans la partie inondée, l'irrigation qui a duré du 24 avril au 1er mai a

retardé les sorties jusqu'au 3 mai après que les terres se soient ressuyées. Les sorties massives se sont effectuées les 5, 6 et 8 mai.

Dans les deux cas les sorties ont été peu échelonnées dans le temps. Elles ont duré du 29 avril au 14 mai inclus. La majorité des bêtes sont sorties très tôt. Dans la partie non irriguée 95 p. cent ont été récoltés pendant les 8 premiers jours, dans la partie irriguée ce même pourcentage a été atteint en 6 jours. Cette rapidité des sorties est due au sol léger et homogène de la prairie et au sous-sol très perméable. Ces conditions permettent un ressuyage rapide des terres qui se réchauffent très vite.

Ainsi que nous l'avions observé en 1949 dans la vallée supérieure de la Saône (9), les Hannetons sortent du sol dans le courant de la journée. Le 2 mai les relevés des filets avaient été effectués à 7 h du matin. A 9 h, par un temps chaud, ensoleillé, orageux, les insectes étaient déjà nombreux accrochés aux mailles du tissu. D'autres observations confirment les sorties diurnes. Lorsque nous traversions la prairie le soir, vers 18 h 30, environ 3/4 d'heure avant le début du vol, nous trouvions de nombreux Hannetons immobiles au sommet des brins d'herbes (observations des 6 et 9 mai). Ces insectes sortent de terre dans le courant de la journée, grimpent sur les plantes basses où ils attendent les conditions favorables au déclenchement de l'envol au crépuscule. SCHNEIDER (17) a observé un phénomène analogue sur des Hannetons enfouis artificiellement dans des caisses remplies de terre, sans végétation. Les insectes forent pendant le jour un puits ouvert jusqu'à la surface, mais restent à l'entrée dans une sorte d'état d'inertie en présence de la lumière solaire diffuse, ou sous une lampe électrique. Ils deviennent actifs dans les conditions d'un crépuscule naturel ou artificiel.

Parfois, les Hannetons s'envolent dans le courant de la journée et se dirigent vers la forêt (observation du 2 mai à 9 h du matin).

Les vols préalimentaires. — Les vols eurent lieu au crépuscule lorsque la température était supérieure à 10° et lorsque l'intensité lumineuse atteignait des valeurs comprises entre 40 et 10 lux. En relation avec les captures sous filets, les vols les plus importants ont été observés les 29, 30 avril, 1er, 5, 6 et 9 mai. Le 6 mai le phénomène a commencé à 20 h 5 à une température de 13° et à une intensité lumineuse de 10 lux, il s'est terminé à 20 h 30. De 20 h 14 à 20 h 25 la densité des insectes en vol était telle que les observateurs debout étaient obligés de se protéger les yeux. Les Hannetons n'évitaient pas les obstacles et butaient contre les arbres et les branchages.

Les observations sur l'envol au crépuscule ont été faites sur les Hannetons trouvés immobiles à l'extrémité des brins d'herbe en fin d'après-midi. L'insecte s'élevait en spires d'abord très serrées, puis de plus en plus larges, qui pouvaient atteindre finalement 6 m de diamètre.

Arrivé à 1 ou 2 m du sol, il s'orientait en effectuant un ou deux zigzags horizontaux, puis se dirigeait sans hésitation à l'est vers la forêt (fig. 5). Chaque Hanneton semble chercher isolément la direction à prendre et ne paraît pas être entraîné par les autres bêtes déjà en vol.

FIG. 5. — A l'envol, au crépuscule, le Hanneton s'élève en spires de plus en plus larges qui peuvent atteindre 6 m de diamètre. A 1 ou 2 m du sol il s'oriente en effectuant un ou deux zigzags horizontaux et se dirige sans hésitation vers la forêt.

Au sud de la prairie les Hannetons convergeaient vers une indentation particulière du bois (fig. 2). Plus au nord des concentrations de faibles importances ont été observées sur deux saillies de la forêt. Entre ces divers lieux de rassemblements les Hannetons étaient peu nombreux. Ces points très localisés des lisières forestières où les Hannetons se groupent constituent des « sites préférentiels » qui sont les mêmes pour presque tous les individus qui partent d'un même endroit (8).

A 1 km de la lisière aucun insecte ne cherchait à se diriger vers la haute silhouette des collines sous-vosgiennes qui se profilait nettement à 4 km environ au couchant. Ceci concorde avec les observations faites en Suisse où SCHNEIDER (17) a pu préciser que, au moment du vol préalimentaire, les Hannetons ne se dirigent pas toujours vers la plus haute silhouette visible à l'horizon ; en particulier lorsque celle-ci est éloignée de plus de 3 200 m elle perd son pouvoir attractif.

Au rassemblement principal les Hannetons occupaient la lisière sur un front de 300 m de long. Très rapidement les cimes des chênes de la futaie ont été dépouillées. Mais les insectes ne sont pas descendus dans le taillis (charmes, érables champêtres) épais et sombre. Ils pénétrèrent à l'intérieur de la forêt en passant d'une cime à l'autre. Le 7 mai ils étaient à 150 m en profondeur, le 11 mai à 200 m. L'importance de cette concentration est due aux sorties massives provenant des prés situés dans le secteur sud qui avait peu souffert des Vers blancs. Dans la partie nord, au contraire, les insectes restaient peu nombreux malgré les forts dégâts

causés par les larves en 1948. Les résultats des sondages effectués en 1949 se sont trouvés ainsi confirmés.

Les vols de ponte. — Les premiers départs de femelles pondeuses se sont effectués très tôt, dès le 9 mai, soit 10 jours après les premières sorties du 29 avril. La rapidité de maturation des ovocytes est due aux chaleurs du début du mois de mai.

Des vols importants se sont produits les 9, 10, 11, 13, 19 et 22 mai. Ils commençaient au crépuscule lorsque l'intensité lumineuse atteignait des valeurs comprises entre 150 et 300 lux.

Les insectes quittaient les arbres situés à environ 200 m à l'intérieur de la forêt. A la lisière ils passaient au-dessus du taillis. La plupart se rapprochait rapidement du sol, à 150 m du bois certains se posaient, quelques-uns volaient entre 1 et 2 m. La majorité se dirigeait encore nettement vers l'ouest à 3 et 4 m en altitude. A 500 m les femelles volaient entre 1 et 3 m. Elles étaient très rares en altitude. A cette distance il était difficile de préciser une direction générale du vol. Les chemins s'entrecroisaient. Les Hannetons se posaient en grand nombre. Peu avant de gagner la terre, à environ 1 m du sol, la femelle a un vol désordonné ; elle part dans un sens, change brusquement de direction, revient. L'amplitude de ces déplacements est assez grande. Souvent l'insecte s'éloigne et disparaît. Il semble rechercher un endroit favorable à son enfouissement. Puis la descente commence. Elle se fait par zigzags de plus en plus étroits jusqu'à environ 10-20 cm ; l'insecte se laisse alors tomber dans les herbes et gagne rapidement le sol. Dans tous les cas que nous avons observés l'enfouissement a commencé immédiatement, l'insecte avait disparu moins de 5 minutes après le contact avec le sol.

L'étude de la dispersion des femelles pondeuses a été facilitée par l'existence d'une concentration importante en un point particulier de la forêt. Des sondages effectués en août, alors que les larves se trouvaient très près des lieux d'éclosion, nous renseignent sur la dissémination des pontes dans la prairie. Cette opération a été faite selon des axes perpendiculaires ou parallèles à la lisière. Tous les 100 m, 10 trous de 1/2 m^2 (0,75 × 0,75 m) et éloignés de 10 m les uns des autres, étaient creusés suivant des axes secondaires perpendiculaires à l'axe principal (fig. 7). 750 sondages ont été réalisés (fig. 6) [1].

L'examen de la carte montre que la dispersion des femelles a été relativement faible. Sur les axes perpendiculaires à la forêt (H G et I J), les sondages à 200 m révèlent déjà des larves en assez grand nombre (27 à 42 au m^2). Il faut noter que les femelles ne partaient pas de la lisière, mais des arbres situés à environ 200 m à l'intérieur du bois. Entre 200 et 900 m

[1] Toutes les opérations de sondages ont été effectuées sous la direction de MM. ANTOINE et BLAISINGER, Agents techniques, que nous tenons à remercier.

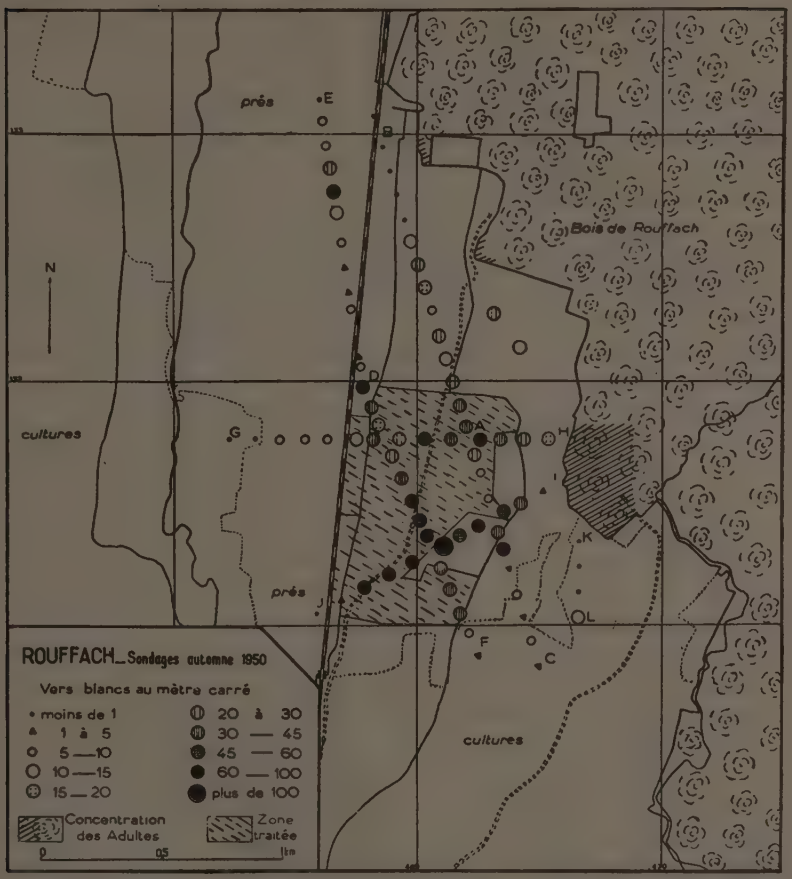


FIG. 6. — La dispersion des femelles pondeuses à partir d'un lieu de rassemblement a été de faible amplitude. L'aire de forte densité de ponte s'étend jusqu'à 1 km de la lisière et sur un front de 1 km. Les sondages montrent la localisation des pontes dans le sud de la prairie. Chaque résultat correspond à la moyenne des chiffres obtenus pour une série de 10 trous.

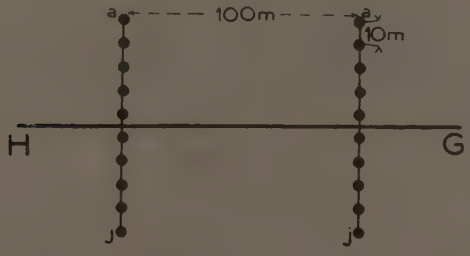


FIG. 7. — Schéma des sondages en août 1950.

H G : axe principal — *a j* : axes secondaires. Chaque point représente un sondage de un demi m².

nous relevons de fortes densités allant de 30 à 110 au m². Au-delà le nombre des Vers blancs diminue brusquement, tombe en dessous de 10 au m². Après 1 200 m les larves sont rares (moins de 1 au m²).

Les lignes B A C et E D F nous renseignent sur la dissémination latérale des femelles. En face de la concentration des adultes les densités sont généralement très élevées ; elles diminuent brusquement de chaque côté, montrant que l'éventail du vol des insectes est très étroit. Vers le sud, sur D F la densité des larves passe de 44 à 5 au m², sur A C de 61 à 4. Vers le nord au point D, la limite est bien marquée (78 à 6 au m²). En A B les Hannetons disséminés sur la lisière proche ont influencé le nombre des pontes et la décroissance de la densité des larves est progressive. Sur D E le nombre des larves augmente à nouveau vers le nord et atteint en un point 60 Vers blancs au m². Ces pontes ont été déposées par les femelles qui se sont nourries sur l'indentation la plus proche.

Ainsi en face du point de plus forte concentration, dans la direction du vol de ponte, il existe une aire où la densité des Vers blancs peut être très grande. Elle varie entre 30 et 110 au m². Cette zone critique s'étend de 200 à 1 000 m de la forêt avec des limites très nettes caractérisées par une diminution brusque du nombre des pontes en deçà et au-delà. Elle ne présente pas plus de 1 km de front (en D F), car elle est limitée latéralement par les bords de l'éventail de vol des pondeuses.

La répartition des larves n'est pas régulière ; elle dépend de la distribution des pontes, c'est-à-dire de la pose des femelles. A Rouffach cette distribution semble se faire au hasard. En effet le nombre des insectes est peu élevé par rapport à la surface offerte. Il est difficile d'évaluer la population des Hannetons sur la forêt, cependant, d'après les sondages faits en 1949, on peut l'estimer entre 2.10^6 et 6.10^6 individus, soit 1.10^6 à 3.10^6 femelles. L'aire de ponte couvre environ 1 km². Ainsi le nombre moyen des femelles serait au plus 3 par m². La loi des grands nombres ne peut donc pas s'appliquer au mode de répartition des pontes, celle-ci se fait au hasard et la courbe de fréquence des pontes doit suivre une courbe de Poisson.

Quatre cent trente et un trous de 1/2 m² ont été creusés dans la zone de ponte située en face de la plus forte concentration des adultes. Les résultats répartis en classe de 10 larves donnent les fréquences suivantes (tabl. II) qui sont justifiables d'une courbe de Poisson (fig. 8).

TABLEAU II

Répartition des Vers blancs en classe de 10 dans l'aire de dispersion des femelles pondeuses

Nbre de V.B. par trou de 1/2 m²	0	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
fréquences	33	119	118	60	48	28	12	7	4	2	0
%	7,7	27,7	27,4	13,9	11,1	6,5	2,7	1,6	0,9	0,4	0
	pas de dégâts sensibles sur prairie			destruction possible du gazon allant jusqu'à la formation de taches dénudées							

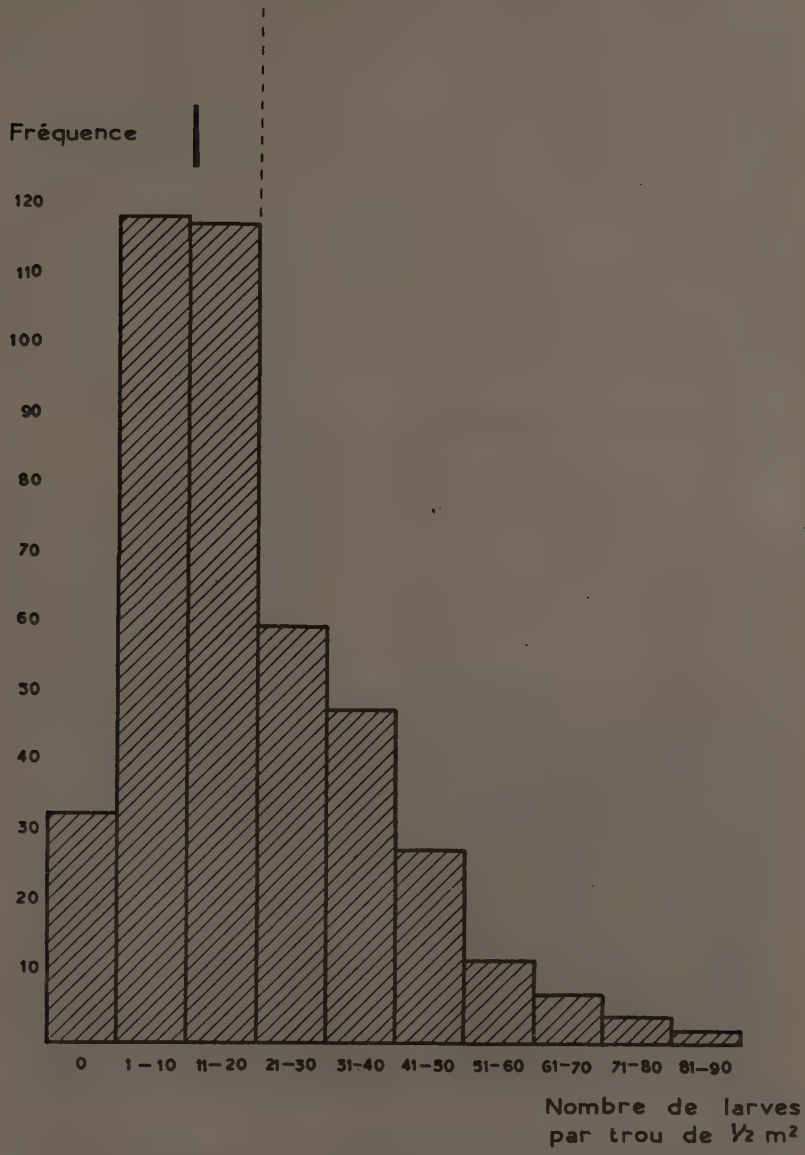


FIG. 8. — Courbe de fréquence des Vers blancs dans l'aire de ponte de Rouffach (août 1950).

En prairie, les dégâts sensibles commencent généralement pour des concentrations supérieures à 40 larves de première année au m², soit 20 au 1/2 m². A Rouffach dans 63 p. cent des cas les Vers blancs ne sont pas assez nombreux pour provoquer la destruction du gazon. Pour les 37 p. cent restants la disparition de la végétation est possible ; elle est d'autant plus rapide que les larves sont plus nombreuses. La probabilité d'un tel événement est assez réduite. Ainsi se créent des dégâts par taches isolées au milieu de prés enherbés.

A Rouffach, les femelles pondeuses trouvaient à proximité de la forêt des emplacements favorables à la ponte. Dans ces conditions la dissémination est de faible amplitude. Mais si les terrains proches de la forêt ne sont pas propices, il est possible que les femelles accomplissent des vols de plus grande envergure à la recherche de lieux d'enfouissement.

ÉVOLUTION DES VERS BLANCS AU COURS DU CYCLE 1950-1953

Année 1951. — Quelques sondages effectués en avril 1951 ont montré que la mortalité naturelle des larves a été très faible pendant l'hiver.

La formation de dégâts visibles a été retardée par la grande pluviosité de l'année. A la fenaison le gazon était encore bien enraciné. Au mois d'août seulement, l'action des Vers blancs a été sensible dans les prés renfermant des populations de ravageurs supérieures à 60 larves au m² en septembre 1950 ou en avril 1951. Au nord, sur la ligne D E (fig. 6), la végétation a disparu au point où la densité s'élevait, en 1950, à 70 larves au m² ; en D (parcelle 12, tabl. III), 25 ares de prés ont été très abimés. Mais les dégâts les plus étendus étaient localisés au sud de la prairie, dans l'aire délimitée par la dispersion des femelles pondeuses issues du point de rassemblement principal. Une grande partie de cette zone a été traitée avec divers insecticides de synthèse en avril 1951. Les traitements ont tous assuré une protection suffisante pour empêcher la destruction totale du gazon. Les surfaces abimées ont donc été limitées aux parcelles témoins (parcelles 20 et 21, tabl. III) et aux prés voisins de l'aire traitée (fig. 2). Des bandes de terrain de 10 m de large, laissées entre les parcelles, se remarquaient par l'absence de végétation [1].

Dans les prés endommagés, au sol très ameubli, l'herbe était desséchée et s'arrachait facilement, laissant à découvert les ravageurs. Les corbeaux se réunissaient par bandes en ces endroits à la recherche de Vers blancs. Ils accéléraient la formation d'aires dénudées. Cependant, grâce aux pluies abondantes, la reprise a été rapide dès le mois de septembre dans les parcelles 20 et 21 ; le tapis végétal s'est bien reconstitué

[1] Ces traitements contre les Vers blancs ont été réalisés en collaboration avec le Service de la Protection des Végétaux de Strasbourg.

avec des graminées. En 12 la repousse a été moins bonne, une flore adventice (marguerite) a pu s'installer, une aire de quelques ares est restée complètement dénudée. Les sondages effectués à cette époque montrent une différence importante de la population des Vers blancs dans ces deux groupes. En 20 et 21 le nombre des ravageurs est de 33 et 32 individus au m². En 12 nous trouvons encore 53 larves au m². Ces variations de la densité rendues sensibles par des différences de végétation, sont dues sans doute à l'action des oiseaux prédateurs. En 12 les corbeaux ont été gênés par la proximité de la maison d'un garde-barrière et de la voie ferrée Bâle-Strasbourg très fréquentée. Dans les parcelles 20 et 21, isolées au milieu des prés, leur action a été assez importante pour réduire suffisamment la population.

Dans le reste de la prairie, en particulier dans la partie nord qui avait subi de graves dommages en 1948, la présence des Vers blancs ne s'est pas traduite sur la végétation d'une façon sensible (parcelles 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, tabl. III).

Année 1952. — Au printemps 1952 les dégâts sont encore visibles dans la parcelle 12. Ailleurs le gazon est bien reconstitué.

FIG. 9. — Tache à Vers blancs en juin 1952. Le sol dénudé sur plusieurs ares ne permet pas l'alimentation des larves. Ph. P. ROBERT.

En juin, à la fenaison, seul, le nº 12 est bien marqué par les dégâts du ravageur. Une surface irrégulière d'une dizaine d'ares est encore entièrement dénudée. Le sol est crevassé par la sécheresse (fig. 9 et 10),

seuls quelques pieds de Plantain poussent çà et là. Les Colchiques même ont été attaquées. Autour de cette aire, la végétation est composée de graminées et de marguerites et forme une tache diffuse. La densité des larves en terre nue est encore de 16 au m², mais ces bêtes ont un aspect chétif, sans réserves adipeuses et ne sont pas capables de se déplacer.

Au mois de septembre, après la nymphose, la mortalité a été totale dans la partie la plus abimée. Onze sondages de 1/2 m² chacun ne révèlent que trois adultes (fig. 11). Les larves n'ont pu s'alimenter ; certaines ont résisté à l'inanition jusqu'en juin, mais le stade critique de la nymphose n'a pu être franchi. Au contraire, dans la zone périphérique encore enherbée, les ravageurs ont trouvé une nourriture suffisante et se sont transformés en grand nombre. La moyenne pour 13 sondages est de 14,8 adultes au m², le maximum trouvé pour un trou de 1/2 m² est de 24 insectes. En 20 et 21, où la prairie a pu se reformer rapidement grâce à l'élimination d'une proportion importante des Vers blancs par les oiseaux prédateurs, nous trouvons en septembre 1952 : 20 et 12 adultes au m².

TABLEAU III

Evolution de la population des Vers blancs à Rouffach au cours du cycle 1950-1953

N° des parcelles	Août-Sept. 1950	Mars 1951	Sept. 1951	Mars 1952	Juin 1952	Sept. 1952 (adultes)	Adultes p. cent	Observations
11	22		28	20,5	4	1,2	5,4	Mermis et Beauveria, bonne végétation
12	78		53,2	30	16	0,38	0,5	en sol nu
(point D)						14,8	18,9	en sol enherbé
13		21	19			5,7	27,1	bonne végétation
14		26	17			3,5	13,4	idem
15		41	28,5			2,2	5,5	idem
16		46	21,7			0,2	0,44	idem
17		55	41			4,2	8	idem
18		44	40,5			8	18	idem
19			23	9	4,9	0	0	Mermis et Beauveria, bonne végétation
20	87		32	29,2		20	24	végétation détruite en août 1951, mais repoussée dès l'automne 1951
21		81	33			12	14	

Chaque chiffre indique le nombre de Vers blancs au m² (moyenne de 8 ou 10 trous de 1/2 m² creusés dans chaque parcelle).

Le pourcentage des adultes est calculé à partir de la population larvaire initiale trouvée en août 1950 ou en mars 1951.

La même chose a été observée dans les parcelles de 25 ares (nos 22-23-26-27) contenant une forte population et ayant reçu un insecticide dont l'action s'est révélée insuffisante. Le traitement a agi de telle sorte

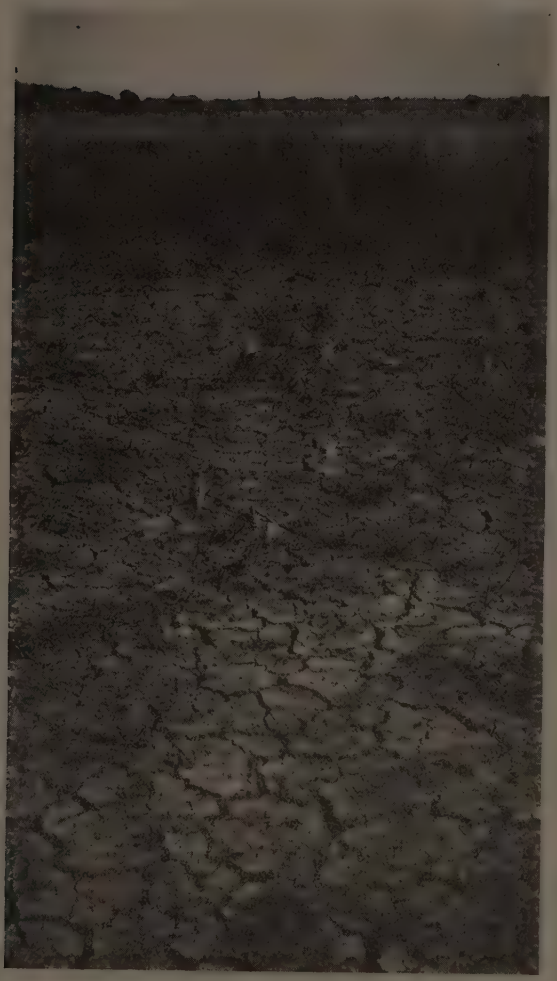


FIG. 10. — Détail de la tache à Vers blancs de la figure 9. Les Colchiques mêmes ont été attaquées.
Ph. A. COUTURIER.

qu'aucun dommage n'a été sensible, mais les larves restantes ont pu se développer avec facilité. La population finale des adultes est très importante (tabl. IV).

TABLEAU IV

Evolution de la population des Vers blancs dans des parcelles traitées avec des produits insuffisamment actifs

Nombre de larves au m² (moyenne de 8 trous de 1/2 m²)

Nos des parcelles	Avril 1951 (traitement)	Automne 1951	Printemps 1952	Automne 1952 (adultes)
22	76	29		25
23	60	26		16
26	74	23		19
27	71	36	36	24,2

A Rouffach, dans la plupart des parcelles ayant conservé leur végétation et où la densité des Vers blancs a été abaissée à un niveau inférieur à 40 larves au m² en fin de la deuxième année, les adultes représentent 10 à 30 p. cent du nombre des larves trouvées en septembre 1950 ou en avril 1951 (tabl. III). Il en résulte un accroissement de la population finale du ravageur. En effet, si on estime que la descendance d'un couple est de 30 à 40 œufs, il faut que la mortalité naturelle en élimine 93 à 95 p. cent pour que la population du *Melolontha* demeure constante.

Cependant en 11, 15, 16 et 19 la mortalité a été plus grande. Pour 11 et 19 les Vers blancs étaient, en 1951, attaqués par un Nématode du groupe des *Mermis* (2) qui parasitait environ 15 p. cent de la population ; au printemps 1952, dans les mêmes prés, les larves ont été décimées par un champignon du genre *Beauveria*. Cette épidémie ne s'est développée que dans les parcelles où était répandu le Nématode. Les Vers affaiblis par le parasite présentaient sans doute des conditions favorables au développement du champignon qui se propagerait à partir des bêtes malades. Dans les parcelles 15 et 16 les adultes restent peu nombreux sans que nous en sachions la raison.

EFFET DE LA SURPOPULATION

Les dégâts caractéristiques des larves de Mélolonthides apparaissent en prairie, surtout au cours de l'année qui suit le vol. Leur importance dépend en partie des conditions climatériques. Une année humide favorise la végétation, réduit les dégâts aux points de très forte concentration et retarde leur apparition. En année sèche les aires dénudées apparaissent très tôt, souvent dès la fenaison ; la destruction du gazon est assurée pour

des concentrations plus faibles du ravageur et elle s'étend sur de plus grandes surfaces. Les Vers blancs sont dans ces conditions privés de nourriture au début du troisième âge, qui est un stade de croissance intense et pendant lequel l'insecte accumule de grandes réserves. Leur possibilité de déplacement horizontal est trop réduite pour pouvoir élargir efficacement leur aire de pâture. Les migrations vers la périphérie, quand elles se produisent, agrandissent encore l'étendue des dégâts et augmentent le nombre de bêtes privées de nourriture. Malgré leur longue résistance à l'inanition, les larves s'affaiblissent et meurent. Si elles peuvent subsister jusqu'à la nymphose, leurs réserves ne sont plus suffisantes pour franchir ce stade.

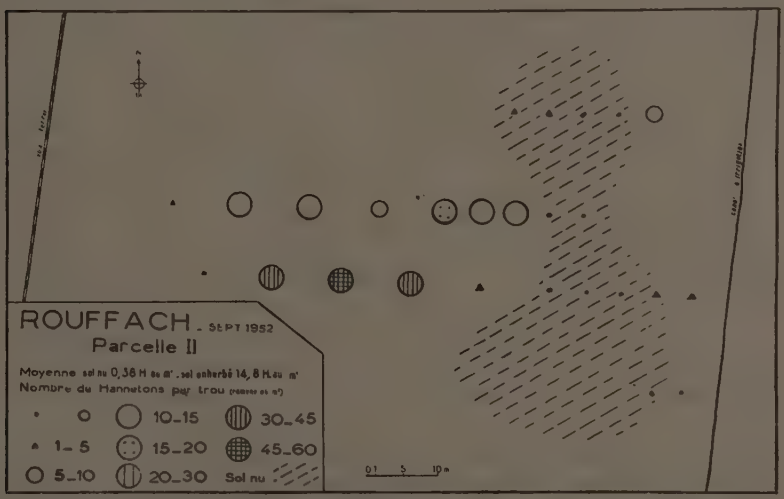


FIG. 11. — Parcelle 12 : une forte population de Vers blancs a détruit la végétation sur quelques ares au courant de l'été 1951. En juin 1952, il restait encore dans l'aire dénudée 16 Vers blancs au m². La mortalité a été totale après la nymphose (septembre 1952).

A Rouffach les sondages de 1949, puis les sorties de 1950, ont montré la faible quantité des adultes dans les points où de graves dégâts avaient été causés à la prairie en 1948, c'est-à-dire dans les prés où la densité des Vers blancs avait été très grande.

Pendant le cycle 1950-1953, grâce à la pluviosité de 1951, les effets de la surpopulation se sont manifestés seulement dans la parcelle 12 où nous avons pu suivre la formation d'une « tache ».

De même, dans la haute vallée de la Saône, l'année 1947 ayant été chaude et sèche, les Vers blancs ont provoqué des dommages considérables dans les prairies basses, détruisant le gazon sur des centaines d'hectares (15). Le sol est resté dénudé jusqu'en été 1948. La densité était de 70 à 80 larves au m² en 1947. Au printemps 1948 on trouvait encore de 15 à 40 et même

80 Vers blancs au m² selon les champs. En septembre 1948, après la nymphose, le nombre des adultes était tombé en dessous de 10 et souvent à 0 (5). Il y a eu une mortalité naturelle extrêmement élevée et très peu de larves se sont transformées.

D'autre part, les populations de Vers blancs sont parfois décimées par des parasites ou par des maladies microbiennes ou fongiques. Les agents pathogènes se propagent d'autant plus facilement que le nombre de leurs hôtes est plus nombreux et ils entraînent parfois une mortalité élevée. A Rouffach une épidémie fongique s'est multipliée dans les parcelles où les Vers blancs étaient déjà parasités par un Nématode de la famille des *Mermithidae*. Dans la vallée supérieure de la Saône, à Saint-Julien, certains prés humides très localisés en bordure des rivières renfermaient en automne 1947 des Vers blancs dont les trois quarts étaient aussi attaqués par un *Mermis* (2 et 3).

Vogel a observé en Suisse la réduction rapide d'une population de Vers blancs dans une prairie qui n'avait pas subi de traitement chimique et n'était pas pâturée. En juillet 1948 le nombre des œufs était de 100 à 450 au m². En septembre 1948 la densité des Vers blancs vivants atteignait 150 au m², en octobre 10-100 au m², en août 1949 4 à 20 au m² et en avril 1951 le nombre des adultes était seulement de 0-2 au m² (cité par Schneider (16)). Horber (11) a aussi constaté à Oberbussnang (Suisse) une mortalité naturelle élevée dans les prés qui renfermaient les plus fortes concentrations de Vers blancs. Les parcelles qui contenaient 60-90 larves au m² en mai avaient en septembre de la même année une population plus faible que celles où la densité était en mai de 20 au m².

Ces exemples montrent l'importance des phénomènes de surpopulation auxquels Eidmann (10) attribue un rôle primordial dans la régression des pullulations d'insectes à l'intérieur des territoires où les conditions climatériques sont favorables à l'espèce. L'insecte vicie lui-même ses conditions de vie par son influence sur l'abondance de la nourriture, sur la réduction de l'espace vital, sur la multiplication des germes pathogènes, des parasites, etc. Ces facteurs de crise conduisent, malgré des conditions de climat favorables, à une chute rapide de la densité. Les effets de la surpopulation sont supprimés et un nouvel accroissement commence. Eidmann explique ainsi la périodicité de 10-12 ans des grandes pullulations.

Pour Schwerdtfeger (20) l'exactitude de cette théorie n'est pas démontrée. Elle ne tient pas assez compte des conditions du milieu. « Dans les territoires à grands dégâts, la population du ravageur ne s'accroît pas constamment jusqu'à des densités désastreuses, mais elle subit parfois des régressions. Quelquefois la courbe (représentant la densité de l'insecte) demeure pendant une longue période à la même ordonnée avec de petites indentations vers le haut et vers le bas, pour ensuite don-

ner naissance à une pullulation. La théorie de la surpopulation n'est pas universellement vérifiée. Mais les phénomènes de surpopulation sont cependant des facteurs importants. Ils font décroître par régulation interne une gradation après qu'elle ait atteint une certaine valeur » ((20), p. 275).

LES DÉPLACEMENTS DES PULLULATIONS

A l'intérieur du petit foyer de Rouffach il s'est produit, au cours des deux derniers cycles, un déplacement de la population des Hannetons. Les gros dégâts qui ont suivi le vol de 1947 étaient localisés dans la partie nord de la prairie et correspondaient à une concentration très forte des insectes dans ce secteur. En 1950, les Hannetons sont sortis en petit nombre de ces prés très endommagés. Le plus grand rassemblement s'est fait au sud de la prairie qui avait subi moins de dégâts, mais dont l'importante population avait déjà été révélée par les sondages. Les deux secteurs nord et sud du foyer de Rouffach se sont comportés comme deux petits « foyers élémentaires », présentant chacun un site préférentiel, distants seulement de un kilomètre et suffisamment rapprochés pour s'influencer l'un l'autre. Entre ces deux foyers élémentaires, il s'est établi un *balancement compensateur* déterminé par un taux de mortalité variant avec la quantité de Vers blancs dans le sol.

Ces déplacements de pullulations se retrouvent dans des foyers multiples. En 1946, dans le cours supérieur de la Saône (région de Monthureux) les plus grands rassemblements d'adultes avaient été observés dans les forêts situées au fond de la vallée (9). En 1949, les prés qui avaient été les plus abimés en 1947 n'ont pas donné de Hannetons. Ceux-ci sont sortis des pâturages du plateau qui n'avaient pas subi de dégâts apparents et se sont portés sur les bois proches. Les forêts de la vallée sont restées presque indemnes. Les pontes ont été nombreuses sur les plateaux. Les prés humides de la vallée, très contaminés trois ans plus tôt, mais situés généralement à une trop grande distance des forêts du plateau, ont été peu fréquentés par les pondeuses. Ici s'est manifesté un balancement compensateur entre la vallée et les plateaux. Ce balancement est encore accentué par la nature différente des sites, l'un favorisant le développement des larves en saison sèche, l'autre en période trop humide. En 1949, l'extrême sécheresse de l'été a tué dès l'éclosion un grand nombre de jeunes larves dans les terrains du plateau (4). Aussi les lieux de concentration observés en 1949 n'ont presque pas montré d'insectes en 1952.

Des observations analogues ont pu être faites en 1950 dans le sud de l'Alsace (Trouée de Belfort) où les Hannetons sont apparus relativement en petit nombre dans les communes où les cultures avaient été endommagées (Valdieu-Lutran). Les plus grandes concentrations se sont faites

à plusieurs kilomètres de distance, à proximité des prés qui ne semblaient pas avoir de larves (Chavannes-les-Grandes).

Les fluctuations de population expliquent dans une certaine mesure les changements de lieux de pullulations qui ont été observés ces dernières années dans les régions herbagères de l'est de la France. Ces changements ne sont pas dus ici à des vols de migration des insectes adultes (1). Ils sont déterminés principalement par le taux de mortalité extrêmement élevé observé dans les terrains où il y a surpopulation. Les Hannetons sortent plus nombreux dans les foyers moyennement contaminés au précédent vol.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Une population de Hannetons subit au cours d'un cycle une régression naturelle dont les causes multiples ont déjà été signalées (1 et 14) : la surpopulation, les épizooties microbiennes ou fongiques, les prédateurs (Oiseaux, Rongeurs), les parasites (Insectes, Nématodes), l'état physique du sol, le climat. L'action de ces différents facteurs est difficile à analyser. Dans des exemples particuliers, une part prédominante a pu être attribuée à certains d'entre eux. La sécheresse anormale des mois de juin-juillet 1949 et 1952 a empêché la grande majorité des pontes d'éclore (vallée de la Saône) car les œufs exigent un milieu humide pendant leur développement (19). En outre, la réduction massive du *Melolontha* dans la vallée supérieure de la Saône en 1947-1948 a été provoquée par l'action combinée de très fortes densités et de la sécheresse. A Rouffach en 1951-1952 la surpopulation aurait eu des conséquences plus néfastes pour les Vers blancs si la grande pluviosité n'avait pas permis le maintien de la végétation ; enfin les oiseaux prédateurs, en détruisant rapidement un grand nombre de larves dans les prés les plus attaqués, ont réduit les effets possibles d'une infestation très importante. Ces exemples montrent les résultats de l'action simultanée de quelques facteurs : surpopulation et sécheresse, surpopulation, pluviosité et prédateurs.

D'autres causes peuvent aussi intervenir. Le sol par sa constitution physique a une action sur la larve et sur ses ennemis. La composition qualitative de la flore peut favoriser ou contrarier le développement de l'insecte (certaines plantes seraient toxiques : pomme de terre, betterave (21)). Dans ces conditions un site à Vers blancs présente des emplacements plus ou moins favorables à leur développement par suite de la localisation de

(1) Dans certains cas une apparition brusque des *Melolontha* dans un nouveau secteur peut être provoquée par des migrations d'adultes venant de foyers voisins. Divers auteurs ont pu observer en Allemagne du Nord de véritables essaimages qui se produisaient dans le courant de la journée. Schuch (18) a suivi un tel vol pendant 2,500 km. E. Meyer (13) a décrit en 1938 des vols qui étaient différents des vols de ponte, car ils étaient composés de mâles et de femelles à différents stades de maturité ovarienne. En 1951, en Suisse, à Torny-le-Grand de tels vols de migration ont été aussi signalés (22).

certains facteurs limitants d'origine biotique ou abiotique. La complexité de ces facteurs rend très difficile la prévision de l'évolution des populations de Hannetons.

Enfin les traitements agricoles des prairies les plus fortement infestées ne détruisent qu'un certain pourcentage de la population. Il faut toujours prendre la précaution de mettre en œuvre des produits très actifs qui anéantissent la presque totalité des larves. Parfois on se contente de sauver la récolte en abaissant d'une manière sensible, mais insuffisante, la densité des insectes dans le sol. Les survivants se développeront alors dans de meilleures conditions. Dans ces prés, où la surpopulation aurait entraîné une mortalité naturelle très grande, les Hannetons écloront nombreux. La population finale des adultes sera accrue et les dégâts au cycle suivant seront plus importants.

RÉSUMÉ

1. — L'évolution d'une population de *Melolontha melolontha* a été suivie à Rouffach (Haut-Rhin) dans un *foyer simple* étroitement limité et idéal par la simplicité de ses composants : une forêt et une prairie.

2. — De gros dégâts sont apparus dans la prairie en 1948. Les sondages de 1949, puis les sorties de 1950 ont mis en évidence la faible densité des adultes dans les prés où les larves avaient fortement endommagé le gazon. Les Hannetons sont sortis surtout dans les prés non endommagés.

3. — En 1950, les sorties de terre ont été peu échelonnées dans le temps (15 jours). Le mode d'envol des insectes au crépuscule à partir du sol a pu être observé. Les Hannetons se rassemblaient en un point particulier de la lisière : *site préférentiel*. Au vol de ponte les femelles trouvant un emplacement favorable se sont peu dispersées ; elles ont délimité une aire réduite (1 km²) à l'intérieur de laquelle les pontes ont été réparties au hasard ; certains prés, ayant une population larvaire supérieure à 70 au m², voisinaient avec des parcelles peu contaminées. Ainsi se créent les dégâts par taches isolées.

4. — En 1951, les dommages sensibles ont été limités par la grande pluviosité et par des traitements chimiques dans la zone la plus infestée. L'action des populations très denses a été suivie dans les zones témoins. Mais les oiseaux prédateurs ont réduit rapidement le nombre des Vers blancs, ils ont permis la reprise de l'herbe et ont favorisé ainsi le développement des ravageurs restants.

Des traitements agricoles effectués avec des produits insuffisamment actifs ont abaissé la densité des larves et ont sauvé la récolte. Mais les

survivants se sont développés alors dans de bonnes conditions et la population finale est accrue.

Les effets de la surpopulation ont été sensibles dans une parcelle, où la destruction du tapis végétal a causé une mortalité presque totale des Vers blancs en 1952 avant la nymphose.

5. — La surpopulation des Vers blancs provoque une raréfaction allant jusqu'à la destruction totale de la végétation des prairies et entraîne un taux élevé de mortalité des larves par carence alimentaire. Cette action est influencée par les conditions climatériques : l'humidité favorise la pousse de l'herbe et assure aux ravageurs une alimentation plus régulière. Dans certains cas, la surpopulation peut aussi faciliter la multiplication des parasites, ou des épidémies microbiennes ou fongiques.

6. — Ce taux de mortalité variable avec la densité des Vers blancs dans le sol peut entraîner la disparition des populations les plus denses. Les Hannetons sortent plus nombreux dans les foyers moins contaminés au précédent vol. Il en résulte des déplacements de pullulation qui ne sont pas dus à des migrations d'adultes.

Reçu pour publication le 23 mars 1953.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Blunck (H.). — Natürliche Feinde und biologische Bekämpfung der Maikäferengerlinge. *Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch.* **49**, 338-381, 1939.

(2) Couturier (A.). — Observations préliminaires sur la biologie d'un Nématode (*Mermithidae*) parasite de la larve du Hanneton commun (*Melolontha melolontha* L.). *VIII^e Congr. Intern. Entom.*, Stockholm, 1948.

(3) Couturier (A.). — Caractères des pullulations du Hanneton commun (*Melolontha melolontha* L.) dans l'est de la France. *IX^e Congr. Intern. Entom.*, Amsterdam, 1951.

(4) Couturier (A.) et Antoine (F.). — Pouvoir de rémanence, dans le sol, de l'action insecticide du H. C. H. et du S. P. C. vis à vis des Vers blancs. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, **3**, 108-110, 1950.

(5) Couturier (A.) et Cairaschi (E. A.). — Premiers résultats des essais de lutte contre les Vers blancs dans les Vosges en 1947-1948. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, **34**, 17, 1017-1019, 1948.

(6) Couturier (A.) et Hurpin (B.). — Résultats principaux des observations relatives au Hanneton (*Melolontha melolontha* L.) dans la région de Dannemarie en 1950. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, **37**, 4, 161-165, 1951.

(7) Couturier (A.) et Robert (P.). — Remarques à propos d'un vol très localisé du Hanneton commun (*Melolontha melolontha* L.) observé aux environs de Colmar en 1950. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, **37**, 4, 165-166, 1951.

(8) Couturier (A.) et Robert (P.). — Observations préliminaires sur le déterminisme de l'orientation des vols crépusculaires de *Melolontha melolontha* L. *IX^e Congr. Intern. Entom.*, Amsterdam, 1951.

(9) Couturier (A.) et Robert (P.). — Les Hannetons dans la haute vallée de la Saône. *Actualités Agronomiques* 1953 (sous presse).

(10) Eidmann (H.). — Lehrbuch der Entomologie. 500 p., Berlin, 1941.

(11) HORBER (E.). — Die Engerlingsgrabungen 1950 zur Kontrolle des Erfolges der Waldrandbehandlung zur Maikäferbekämpfung bei Sulgen, 1949. *Schweiz. Zeitschr. f. Obst- und Weinbau*, **60**, 80-84, 1951.
(12) KERN (F.) et GÜNTHART (E.). — Weitere Untersuchungen über den Flug des Maikäfers. *Bull. Soc. Entom. Suisse*, XXIII, 2, 226-232, 1950.
(13) MEYER (E.). — Massenanschwemmungen von Maikäfern an der deutschen Ostseeküste während des Fluges 1938. *VII*e *Congr. Intern. Entom.*, Berlin, 1938.
(14) RÉGNIER (R.). — Recherches sur les Hannetons : Évolution de la population larvaire en fonction des cultures et du climat. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, **38**, 12, 448-453, 1952.
(15) ROLLAND (L.). — Les dégâts des Vers blancs dans les Vosges. Importance économique. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, **34**, 1020-1021, 1948.
(16) SCHNEIDER (F.). — Die Bedeutung epidemiologischer Untersuchungen für zukünftige Bekämpfungsaktionen gegen den Maikäfer. *Zentr. f. Maikäfer-Bekämpfungsaktionen*, 4. Konferenz, Bericht 15, Zurich, 16 mars 1951.
(17) SCHNEIDER (F.). — Untersuchungen über die optische Orientierung der Maikäfer (*Melolontha vulgaris* F. und *M. hippocastani* F.) sowie über die Entstehung von Schwärmbahnen und Befallskonzentrationen. *Bull. Soc. Entom. Suisse*, XXV, 4, 269-340, 1952.
(18) SCHUCH (K.). — Beobachtungen über die Biologie des Maikäfers. *Arb. physiol. u. angew. Entom.*, **2**, 157-174, Berlin, 1935.
(19) SCHUCH (K.). — Uber den Einfluss der Feuchtigkeit auf das Eistadium des Maikäfers (*Melolontha melolontha* L.). *Arb. physiol. u. angew. Entom.*, **5**, 220-225, Berlin, 1938.
(20) SCHWERDTFEGER (F.). — Der Massenwechsel der Insekten, p. 265-298 in « Die Waldkrankheiten », 479 p., P. Parey, Berlin, 1944.
(21) THIEM (H.). — Uber Erfahrungen bei der Aufzucht von Engerlingen. *Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. angew. Entom.* e. V., 77-95, 1949.
(22) Anonyme. — Le Hanneton et le Ver blanc. *Rev. Romande d'Agric. de Vitic. et d'Arboric.*, nº 10, Lausanne, octobre 1952.

SUR LA FAUNE PARASITAIRE DU POU DE SAN JOSÉ (*Quadraspidiotus perniciosus Comst.*) DANS LA RÉGION LYONNAISE ET SES RELATIONS AVEC LES CONDITIONS CLIMATIQUES

PAR

R. VASSEUR et C. BENASSY

Laboratoire du Pou de San José, Saint-Genis-Laval (Rhône)

Une étude antérieure (1) a montré que le Pou de San José, d'introduction relativement récente en France, était soumis dans son aire d'extension, le Lyonnais en particulier, à l'action d'Hyménoptères parasites. Dans certaines conditions, ils limitent la pullulation de la Cochenille et la freinent parfois de manière appréciable.

Les deux espèces étudiées étaient alors les *Aphelinidae* : *A. proclia* Wlk et *A. mytilaspidis* Le Baron. Depuis, les recherches poursuivies ont permis d'ajouter aux espèces précédentes : *Aspidiotiphagus citrinus* How, *Azotus* sp., *Prospaltella* sp. et quelques Encyrtides non encore déterminés.

Toutefois seuls les deux *Aphytis* ont été trouvés en quantité importante, *A. proclia* formant environ 5/6, *A. mytilaspidis*, 1/6 de la totalité des parasites observés. Les autres espèces n'ont été représentées que par quelques rares individus et aucune importance réelle dans la limitation des pullulations de la Cochenille en question ne peut, jusqu'à présent tout au moins, leur être attribuée.

Les précisions écologiques complémentaires intéressant l'activité des parasites vis-à-vis des conditions climatiques, objet de la présente note, ne concernent donc que les deux *Aphytis* observés depuis 1945.

NOUVELLES DONNÉES ÉCOLOGIQUES SUR *Aphytis proclia* et *Aphytis mytilaspidis*

Aphytis proclia paraît être inféodé plus spécialement à *Q. perniciosus* seule espèce sur laquelle nous l'avons jusqu'ici constaté dans les condi-

(1) D'Aguilar (J.), Allegret (P.) et Vasseur (R.). — Premières observations sur les parasites du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst) dans le Lyonnais. *Ann. des Epiphyties*, 59-64, 1948.

tions locales, alors que *A. mytilaspidis* a été observé aussi, très fréquemment sur *Epidiaspis Leperii* SIGN. et, dans quelques cas, sur *Lepidosaphes ulmi*. L. Cette dispersion sur plusieurs hôtes explique peut-être le taux relativement faible, comparé à *A. proclia*, de *A. mytilaspidis* sur le Pou de San José.

La biologie de ces deux espèces, quoique encore insuffisamment étudiée, ne semble pas présenter de différences très importantes (1). Ce sont des ectoparasites qui, dans le cas particulier de *Q. perniciosus* s'attaquent exclusivement aux femelles adultes sous le bouclier et aux dépens desquelles la larve généralement unique vit et évolue jusqu'au stade nymphal. Ce n'est que tout à fait exceptionnellement que nous avons rencontré des larves d'*Aphytis* sous des boucliers de mâle ou de larve non mature du Pou de San José. L'éclosion du parasite a lieu par un orifice circulaire qu'il pratique dans le bouclier de l'hôte.

Le taux de parasitisme des populations du Pou de San José varie sensiblement suivant les conditions microclimatiques, les saisons et les années. D'une manière générale il est plus important dans les stations ombragées et humides ainsi que durant les années à pluviométrie élevée. Très régulièrement les parasites deviennent proportionnellement plus abondants en fin d'été et surtout en automne alors qu'au printemps et durant la première moitié de l'été ils ne sont que très peu nombreux. Cette raréfaction des parasites vers le printemps doit, certainement dans une grande mesure, être attribuée à une non-concordance de cycles biologiques chez ceux-ci avec leur hôte. En effet si les *Aphytis* ne s'attaquent qu'aux femelles adultes de *Q. perniciosus* aux dépens desquelles leurs larves se nourrissent, l'insecte-hôte lui même, dans le Lyonnais (ainsi que dans les autres régions de France situées plus au nord) hiverne exclusivement à l'état de larve de premier âge, tous les autres stades, y compris les femelles adultes, succombant durant la mauvaise saison. Par conséquent, ne peuvent chez le parasite terminer normalement leur cycle l'année suivante que les individus ayant atteint en fin d'automne un stade d'évolution avancé larve mature ou nymphe pour lesquels l'alimentation n'est plus nécessaire. Ces individus qui, évidemment ne représentent qu'une faible partie de la population automnale du parasite, hivernent sous le bouclier de femelles mortes du Pou de San José et donnent à la fin du printemps suivant des adultes, mais en petit nombre seulement.

Par la suite l'accroissement des parasites au cours des générations successives qui semblent être au nombre de 2 à 3 suivant les années, dépend essentiellement des conditions atmosphériques.

(1) Certains auteurs indiquent pour *A. proclia* un nombre de générations annuelles plus élevé que pour *A. mytilaspidis*. N'ayant pas d'observations personnelles à ce sujet, nous ne pouvons nous prononcer.

ABONDANCE DES *Aphytis* SELON LES ANNÉES (1948 à 1952)

Durant les années 1948 à 1952 inclus nous avons procédé à des comptages réguliers de populations importantes (de 600 à 1 000 insectes par comptage) de *Q. perniciosus* sur échantillons prélevés principalement à Tassin-les-Lyon, mais aussi dans divers foyers situés dans le Lyonnais ou, occasionnellement dans d'autres régions. Les éléments statistiques obtenus grâce à ces comptages nous ont permis de mettre en évidence des relations assez nettes entre le degré de parasitisme et les conditions atmosphériques et climatiques.

Dans la région lyonnaise les conditions atmosphériques des cinq années en question durant la période de végétation, peuvent être caractérisées de la façon suivante par rapport à la normale :

En 1948, la température mensuelle moyenne supérieure à la normale de 1,5-2,0° au cours des mois d'avril et mai, lui était inférieure par la suite avec 17°, 1 en juin (— 0°,6) et 17°,7 en juillet (— 2°,3) pour se confondre avec la normale à partir d'août jusqu'en fin de saison. L'hygrométrie moyenne de l'air restait de juin à novembre de 5 à 10 p. cent supérieure à la normale avec 70 p. cent en juin, 67 p. cent en juillet et 73 p. cent en août.

L'année 1949 se caractérise par une température moyenne dépassant sensiblement la normale de juin à octobre. Les écarts les plus importants se situent en juillet (+ 3°,8) ; août (+ 2°,4) et surtout en septembre (+ 5°,0), correspondant aux moyennes mensuelles de 23,3, 22,1 et 21,4° respectivement. Parallèlement, l'hygrométrie supérieure à la normale en mai, demeurait inférieure jusqu'en octobre. Elle marquait les écarts les plus grands en juillet : — 20 p. cent, août : — 16 p. cent et septembre : — 11 p. cent avec des moyennes de 42,48 et 60 p. cent pour ces mêmes mois.

L'année suivante (1950) la température moyenne était supérieure à la normale déjà en mai où elle la dépasse de 2° environ. Au cours des mois les plus chauds (juin, juillet, août) l'écart de la normale est de l'ordre de + 3° environ. La courbe représentative de l'hygrométrie relative de l'air, voisine de la normale au début de l'été, s'infléchissait en juillet et en août à 55 et 59 p. cent respectivement. La normale pour ces mêmes mois est de 62 et 64 p. cent.

L'année 1951 était une année sensiblement normale pour la température. Elle demeurait, par contre, plus humide de mai jusqu'en octobre compris. Exception faite de celle de juillet (65 p. cent) l'hygrométrie mensuelle moyenne dépassait 70 p. cent pour les cinq autres mois de la période considérée ; elle atteignait 85 p. cent en octobre.

Des conditions atmosphériques particulièrement chaudes et sèches caractérisaient l'année 1952. En mars déjà la température moyenne était 10° et dépassait de 3,4° la normale. Des écarts importants se maintenaient

les mois suivants avec un maximum en juillet (T. m. 24,1°) écart à la normale + 4°,1) ils s'affaiblissent en août (+ 1°,5) et à partir de septembre la température moyenne rejoignait approximativement la normale. L'hygrométrie moyenne restait durant la première partie de la période considérée (avril à août inclus) sensiblement en dessous de la normale et la rejoignait à partir de septembre. Les écarts s'affirmaient en mai, juin, juillet et août : ils étaient de — 7, — 10, — 21 et — 5 p. cent respectivement.

Notons que la moyenne mensuelle de juillet 1952 était la plus élevée pour la température et la plus basse pour l'hygrométrie dans l'ensemble des cinq années considérées Les précipitations durant ce mois avec 17,6 mm étaient également très inférieures à la normale (69,6).

Nous voyons donc que sur les cinq années auxquelles se rapportent nos observations, il y eut deux années (1948 et 1951) relativement modérées au point de vue température et assez humides durant toute la période de végétation et trois années (1949, 1950 et 1952) très chaudes et très sèches dans une partie, au moins, de cette même période.

Le taux de parasitisme et ses variations sont nettement différents suivant que l'année appartient au premier ou au deuxième de ces deux types. Nous avons résumé nos observations dans le tableau I où sont indiqués les taux moyens de parasitisme résultant des comptages effectués durant les différentes périodes de la saison, la première (avril-mai) correspondant à la réserve des parasites existant après l'hibernation, la seconde (juin-juillet-août), pouvant dans certains cas être critique, à l'évolution au cours de la période estivale et la troisième (septembre-octobre-novembre) à l'évolution automnale se produisant généralement dans des conditions favorables (Tabl. I).

TABLEAU I

Taux moyens de parasitisme des femelles de Q. perniciosus *durant les années 1948-1952.* Tassin-les-Lyon.

Année	Caractère climatique	Taux de parasitisme p. 100		
		avril-mai	juin-juill. août	sept. oct. nov.
1948	Température modérée, humidité élevée dans l'ensemble.	0,4	6,0	12,2
1949	Été très chaud (juil. août sept.) et sec (juil. août).	2,1	3,1	10,3
1950	Été très chaud (juil.) et sec (juil. août).	3,1	3,2	9,9
1951	Température modérée, hygrométrie assez élevée.	2,2	5,0	26,5
1952	Très fortes chaleurs en juin-juil.. Juil. extrêmement sec.	6,7	1,4	7,4

En 1948 et en 1951 le taux des parasites, faible au début, croît progressivement de 0,4 et 2,2 p. cent pour atteindre 12,2 et 26,5 p. cent en automne. Par contre en 1949 et en 1950 en partant au printemps d'une proportion également faible (2,1 et 5,1 p. cent respectivement), le nombre de parasites reste à peu près stationnaire durant l'été et n'augmente qu'en automne pour atteindre avec 10,3 et 9,9 p. cent un taux nettement inférieur à celui des deux années précédemment citées.

La différence est encore plus marquée pour 1952 où le caractère extrême de la période estivale au point de vue chaleur et sécheresse a été sensiblement plus prononcé qu'en 1949 et 1950. Ici, en partant en début de saison d'un taux relativement élevé (6,7 p. cent) dû à la réserve plus importante entrée en hibernation l'année précédente la quantité de parasites non seulement n'augmente pas, mais tombe même à 1,4 p. cent en été puis s'accroît légèrement mais n'est en fin de saison que très peu supérieure à celle constatée au printemps.

Les caractères les plus opposés au point de vue climatique se notent sur les années 1951 et 1952 dont la première est à peu près normale en ce qui concerne la température et, dans l'ensemble humide, alors que la seconde est très chaude et très sèche surtout en juillet. Ces mêmes deux années marquent également la plus grande différence dans l'évolution des parasites. En effet en 1951 leur taux augmente de 12 fois environ dans le courant de la saison alors qu'en 1952 l'accroissement est presque nul. (Voir fig. 1 et 1 bis.)

Nous voyons que les étés chauds et secs tels qu'ils se présentent assez souvent dans la région lyonnaise exercent une action nettement défavorable sur les populations des parasites du genre *Aphytis* et peuvent dans les cas extrêmes (1952) les réduire à des taux très bas, alors que par année avec température modérée et hygrométrie élevée se rapprochant des conditions normales pour cette même région les pullulations de ces mêmes parasites deviennent importantes vers la fin de la saison et atteignent une proportion intéressante au point de vue pratique. En 1951 la proportion moyenne de femelles du Pou de San José parasitées était de 26,5 p. cent et elle atteignait 50 et 55 p. cent dans certaines colonies.

Ces conclusions se trouvent en partie confirmées par des observations occasionnelles faites en 1952 dans des régions autres que la région lyonnaise où l'été fut moins chaud et moins aride. Ainsi, dans un échantillon prélevé en Alsace (Sessenheim) en fin octobre sur Pommier la proportion de femelles de *Q. perniciosus* parasitées était de 30 p. cent, sur des échantillons provenant de la Nièvre 23 p. cent, tandis que, à la même époque et sur la même essence à Tassin-les-Lyon elle n'était que de l'ordre de 10 p. cent.

Nous croyons, cependant, devoir attribuer l'action défavorable sur les parasites plutôt à l'hygrométrie basse qu'à la chaleur. En effet, dans

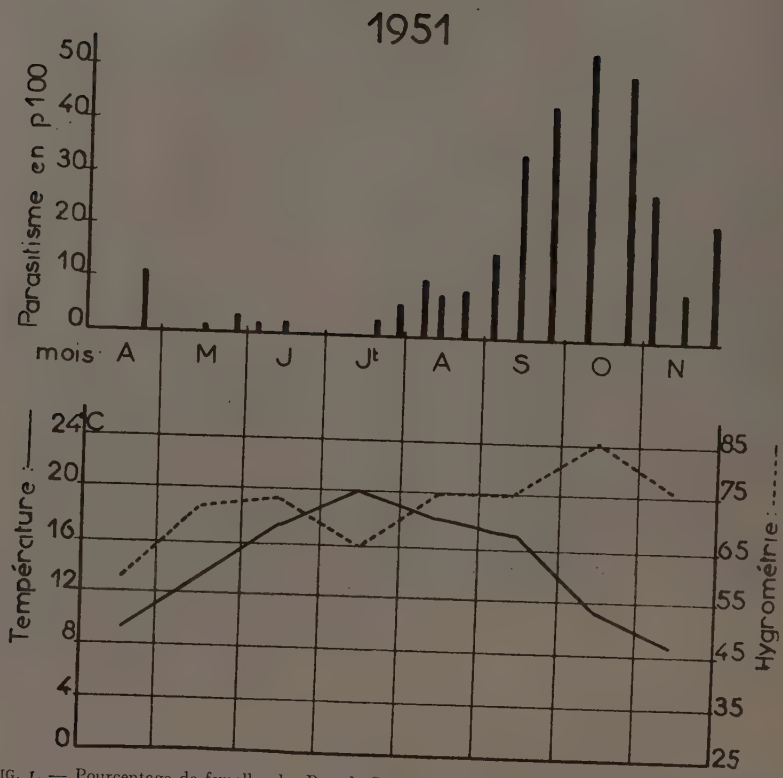


FIG. 1. — Pourcentage de femelles du Pou de San José parasitées en relation avec les conditions climatiques de l'année. — *En trait plein* : température mensuelle moyenne en degrés C. — *En trait pointillé* : hygrométrie mensuelle moyenne en p. 100.

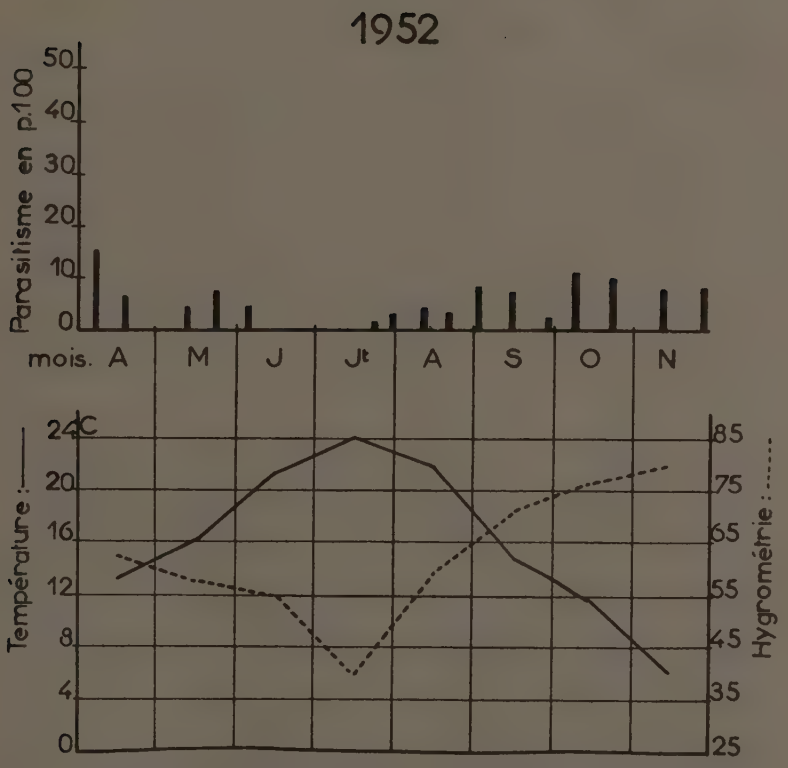


FIG. 1 *bis*. — Pourcentage de femelles du Pou de San José parasitées en relation avec les conditions climatiques de l'année. — *En trait plein* : température mensuelle moyenne en degrés C. — *En trait pointillé* : hygrométrie mensuelle moyenne en p. 100.

les élevages en serre (Saint-Genis-Laval, Rhône) où en cette même année 1952 les températures pendant l'été étaient certainement aussi élevées qu'à l'extérieur, sinon supérieures (maxima 40° et plus) mais où, par contre, l'humidité relative de l'air ne descendait jamais en dessous de 60 p. cent, les colonies du Pou de San José présentaient en fin de saison un taux de parasitisme de l'ordre de 55 à 60 p. cent.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1° *Q. perniciosus* est attaqué dans la région lyonnaise par plusieurs espèces de parasites Chalcidiens mais seuls *Aphytis proclia* WALK et, dans une mesure moindre *A. Mytilaspidis* LE BAR. atteignent un taux relativement important.

2° En raison d'une non-concordance de cycles chez ces parasites et leur hôte, le nombre des premiers diminue durant l'hiver et est très faible au printemps. Par année modérée au point de vue température et relativement humide le parasitisme augmente progressivement en été et en automne pour atteindre un taux assez élevé avant l'hiver. Par contre si l'été est chaud et sec cet accroissement n'a lieu qu'en automne et il est moins important.

3° Les années dont les conditions se rapprochent des normales pour la région lyonnaise paraissent être relativement favorables pour la multiplication des *Aphytis*. Dans les régions plus tempérées situées au nord de la région lyonnaise leur pullulation peut être importante même par année chaude et sèche, mais d'une manière générale l'activité de ces deux espèces n'est pas suffisante pour juguler la pullulation du Pou de San José. Ils ne peuvent donc pas être envisagés pour une lutte biologique dirigée. Toutefois les données obtenues concernant leurs relations avec le climat sont vraisemblablement appliquables dans une certaine mesure à d'autres parasites de la même famille, plus adaptés biologiquement pour combattre le Pou de San José mais ayant des exigences écologiques comparables du point de vue rapport avec les conditions ambiantes.

4° En tant que facteur limitant la pullulation des *Aphytis* la plus grande importance doit être attribuée à l'hygrométrie basse par température élevée ; la chaleur humide ne paraît pas être aussi défavorable à ces parasites.

Reçu pour publication le 9 avril 1953.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

BERNAUX (P.). — **Contribution à l'étude de la Pathologie végétale méditerranéenne.** *Rev. Mycol.*, XVII, 2, 109-140, 1952.

Ce travail s'inscrit dans la ligne de recherches qui a été tracée par G. KUHNOLTZ-LORDAT. L'éminent phytogéographe de Montpellier a été amené, depuis de nombreuses années, à s'attacher à l'étude de la Pathologie végétale et a eu le mérite de montrer le bénéfice que cette science était susceptible de tirer d'un élargissement de son horizon en direction de la géographie botanique, tandis que d'un autre côté les parasites, agissant comme facteurs du milieu, interviennent sur la répartition des végétaux supérieurs et peuvent éclairer utilement certains problèmes. Le complexe matrice (plante-hôte) × parasite présente des caractères particuliers, en relation avec le climat, dans la région méditerranéenne. L'auteur a tenté de mettre en évidence les « relations des deux constituants de ce complexe en rapport avec les diverses activités humaines ».

Quelques définitions sont tout d'abord rappelées. L'auteur envisage ensuite les rapports de la Pathologie et de la Pédologie : les champignons dans l'humus et leurs activités antagonistes, la phase saprophytique, les cultures, la végétation spontanée, l'érosion. Il insiste sur le rôle que joue l'humus « et, d'une manière plus générale, la surface du sol » dans la conservation des parasites des végétaux. Les rapports de la Pathologie avec les diverses activités humaines sont ensuite envisagés. L'auteur étudie tout d'abord « la pathologie dans l'optimum des matrices » c'est-à-dire l'évolution des maladies sur des plantes-hôtes se développant dans les conditions les plus favorables. Ce sont des parasites stricts qui interviennent alors. Si le végétal passe dans des conditions moins favorables d'autres parasites présentant des exigences différentes ne tardent pas à entrer en jeu. Les facteurs liés à l'intervention de l'homme, feux, mouton, environnement (notamment action des hôtes de relais et des cultures abandonnées) sont passés en revue. Le rôle de l'homme dans le transport des maladies des plantes est sommairement indiqué.

KOMMEDAHL (T.), CHRISTENSEN (J. J.) et SCHWINGHAMER (E.). — **Prevalence of Colletotrichum linicolum on flax seed and seedling infection of flax varieties.** (Prédominance du *Colletotrichum linicolum* sur les semences de Lin et dans l'infection des plantules des variétés de Lin). *Phytopathology*, XL, 15, 1950.

Le *Colletotrichum linicolum* est fréquemment porté par les semences de Lin dans le Minnesota. Liés à l'origine de la semence et à la variété de Lin, les pourcentages d'infection varient de 0 à 60 p. cent. Les semences infectées sont la cause de fontes de semis des plantules, à moins que les semences ne soient traitées avec un fongicide. Des essais effectués sur 645 lignées d'hybrides avec des semences infectées naturellement et semées dans un sol stérilisé à la

vapeur, en serre, montrèrent des différences accusées dans la sensibilité des différents hybrides au parasite.

Les semences des variétés de Lin destinées à être testées furent placées dans des bandes de papier buvard humide pliées. Les plantules âgées de 3 jours dans les bandes de papier pliées furent trempées dans une suspension de spores de *Colletotrichum linicolum* et placées immédiatement en terre. Dix jours après les papiers buvards pliés contenant les plantules furent retirés du sol et les plantules infectées furent dénombrées. Sur 20 variétés testées, Minerva, Crystal, Rocket et Arrow se montrèrent les plus résistantes, alors que Bison, Dakota et Punjah étaient très sensibles.

Les avantages de cette technique sont : un contact constant de l'inoculum avec les plantules facilitant ainsi l'infection, l'absence de terre dans les racines, l'uniformité de l'essai pour chacune des variétés, la simplicité de l'expérience, la facilité d'effectuer des notations, l'économie de place, ainsi que la courte durée de l'essai (12 à 14 jours). C. An.

RODENHISER (H. A.). — **Physiologic specialization and mutation in Phlyctoena linicola** (SPEG.). (Spécialisation physiologique et mutation du *Phlyctoena linicola* (SPEG.)). *Phytopathology*, XL, 931, 1950.

Le *Phlyctoena linicola* présente des formes physiologiques distinctes qui peuvent se distinguer en culture par les caractères suivants : couleur, contours, surface, consistance, type de marge et degré de production de conidies. Les différences entre les formes physiologiques en culture sont quelquefois très grandes. Quand les cultures croissent dans les mêmes conditions environnantes, les caractéristiques culturales sont constantes. Des modifications temporaires peuvent se produire, mais la constitution génotypique n'est pas changée, car les éléments sujets à la variation retrouvent leurs caractéristiques originales quand les formes croissent à nouveau dans les conditions normales. L'influence de la température sur les différentes formes physiologiques varie. Cela est suggéré par le fait que l'augmentation de la croissance des cultures varie énormément à différentes températures. Des secteurs de culture apparaissent fréquemment dans les colonies de champignon sur milieu de culture. Les cultures isolées de ces secteurs conservent leurs caractères destructifs pendant un temps assez long et l'auteur considère que ce sont de véritables mutants.

Les mutants sont aussi stables que les formes isolées à l'origine sur les plantes malades. Les formes physiologiques de Pasmo diffèrent par le degré de production de conidies. Expérimentalement, des infections secondaires furent plus nombreuses à partir de formes produisant abondamment des conidies ; le nombre d'infections secondaires fut bien plus faible lorsque les formes ne produisaient que relativement peu de conidies. Les variétés de Lin varient considérablement dans leur résistance à la maladie du Pasmo. Tous les intermédiaires de résistance et de sensibilité furent trouvés. Aucune des lignées ne fut trouvée immune. C. An.

SACKSTON (W. E.). — **Effect of Pasmodisease on seed yield and thousand kernels weight of flax.** (Influence de la maladie du Pasmo sur le rendement en graines et sur le poids de mille graines de Lin). *Canadian Journal Research*, sect. C 5, 493-512, 2 pl. *R. A. M.*, XXX, Part. V, 229, 1951.

Dans des études effectuées au Canada sur la maladie du Pasmo des Lins à huile (*Sphærella linorum* WOLL.) des formations de pycnides furent obtenues sur un milieu à base de pomme de terre gélosée et glucosée contenant 1/2 à

1 p. 100 d'extrait de levure. Des infections effectuées en champ donnèrent des résultats intéressants à Morden et Winnipeg de 1946 à 1947, sur les variétés Crystal, Viking, Royal et Redwing. Des aspersions furent effectuées avec des suspensions de spores sur les plantes à des stades variés de leur croissance. Le taux d'infection le plus élevé et la plus grande réduction dans le rendement en huile et le poids des graines, chaque année dans les deux stations, résulte des inoculations par aspersion effectuées au stade de la floraison. Les contaminations effectuées au stade plantule donnent des diminutions de rendement moins importantes. Les contaminations effectuées sur des plantes à maturité donnent des baisses de rendement souvent négligeables. Si on dilue la concentration de spores de l'inoculum, l'intensité de la maladie décroît, quoiqu'elle soit significativement plus forte par rapport aux plantes non inoculées.

Sur les 4 variétés testées, Crystal s'est montrée la moins sensible, suivie dans l'ordre de sensibilité croissante par Royal, Redwing et Viking. De fortes infections accélèrent la maturation des plantes et réduisent le rendement en graines, ainsi que le poids de mille graines pour toutes les variétés. Les résultats des analyses effectuées montrent que les plus fortes diminutions de rendement résultent de la réduction de la taille de chaque graine.

C. An.

LEBEN (C.) et FULTON (R. W.). — **Effect of certain antibiotics on lesion production by two plant viruses.** (Effet de certains antibiotiques sur la production de lésions par deux virus des plantes). *Phytopatho.*, XLII, 6, 331-335, 1952.

Les auteurs se sont fixé pour but l'étude de l'action *in vivo* des antibiotiques. Ils ont développé une technique sur plaques de gélose qui s'est révélée supérieure au flottage sur milieu liquide (réduction des contaminations accidentelles, pas de contacts entre la substance éprouvée et la surface de la feuille). Les feuilles inoculées sont détachées et placées sur un milieu contenant par litre : glucose 40 g, gélose 10 g, KH_2PO_4, 4,5 g, auquel la substance éprouvée est incorporée, le pH final étant porté à une valeur comprise entre 4,2 et 5,5. Le *Vigna sinensis* était utilisé pour l'obtention de lésions locales avec les virus de la nécrose du Tabac et du Ring-spot du Tabac. Les plantes étaient obtenues dans des conditions standards (germination sous lampes fluorescentes, 14 h de lumière par jour, température 25°-27°) ; on utilisait les feuilles primaires de plantes âgées de 10 à 14 jours. La face supérieure était saupoudrée de carborundum, inoculée avec un tampon de gaze plongé dans l'inoculum, lavée à l'eau. La nervure principale était enlevée et les deux moitiés de feuilles déposées par leur face inférieure sur le milieu gélosé. La substance éprouvée traitée par une petite quantité d'éthanol pour réduire la contamination (3,3 ml par litre) était ajoutée au milieu de base autoclavé refroidi à 40° à 50° bien mélangé et réparti en boîtes stériles pour solidification, (Plaques de 1 × 22 × 22 cm dans lesquelles on répartit 150 ml de milieu). Pour chaque virus, six demi-feuilles étaient placées sur chaque plaque. On laissait incuber 3 ou 4 jours à 22°-24° avant de lire les résultats. Les inhibitions faibles se traduisent par une diminution de la taille et de la netteté des lésions, plutôt que par leur nombre (le virus a déjà pénétré, mais se multiplie mal). Des témoins sur milieu sans antibiotique permettent de comparer.

Sur neuf antibiotiques essayés sur *Vigna*, deux seulement, la Streptomycine et la Terramycine, empêchent la formation des lésions provoquées par les virus de la nécrose et du Ring-spot du Tabac ; de même KCN et $NaNO_3$. La Terra-

mycine, le KCN et le $NaNO_3$ ne réduisent pas le pouvoir infectieux des virus étudiés, quand on les mélange à l'inoculum avant l'inoculation. La Streptomycine n'a pas eu d'action sur le virus du Ring-spot *in vitro*, par contre un échantillon sur deux éprouvés a exercé une légère action sur le virus de la nécrose du Tabac.

Les auteurs ont en outre étudié l'action de la Terramycine sur la multiplication du virus de la Mosaïque du Tabac dans la feuille de Tabac. La feuille de Tabac était inoculée, une moitié déposée à la surface d'une plaque de gélose additionnée de Terramycine et l'autre sur un milieu sans Terramycine. Cinq disques de 4 mm de diamètre étaient prélevés sur ces moitiés de feuilles à divers intervalles et aussitôt congelés. Douze heures après le dernier prélèvement ces disques servaient à inoculer des feuilles de *N. glutinosa*, de façon à doser le virus. La concentration en virus des feuilles déposées sur Terramycine était plus faible que celle des témoins. Par contre, il n'y a pas d'inhibition si les feuilles inoculées séjournent 24 h sur milieu normal avant d'être traitées à la Terramycine. La Terramycine doit donc agir dans la première phase de l'infection.

L'auteur donne une révision des principaux travaux antérieurs. Il insiste également sur la nécessité du glucose pour la formation des lésions locales. Ceci joint à l'action inhibitrice de KCN et $NaNO_3$ qui inhibent la respiration, indique la nécessité d'un métabolisme normal pour le développement des lésions locales. De même, KALMUS et KASSANIS avaient montré que le CO_2 inhibe la formation des lésions locales du virus de la nécrose du Tabac chez le Haricot. Il y a peut-être une liaison entre les effets du cyanure et du CO_2.

P. L.

DE BRUYN OUBOTER (M. P.), BEIJER (J. J.) et VAN SLOGTEREN (E.). — **Diagnosis of plant diseases by electron microscopy.** (Diagnose des maladies des plantes au microscope électronique). *Antonce van Leuwenhoet J. Microb. Serol.*, XVII, 3, 189-208, 16 pl., 1951.

Cet article tire son intérêt des nombreuses photographies au microscope électronique qu'il renferme : *Xanthomonas Hyacinthi*, *Erwinia carotovora*, virus X et Y de la Pomme de terre, virus du Breaking de la Tulipe, un virus inconnu provoquant sur la Tulipe des taches blanches et transmissible au Tabac (rattle virus du Tabac ?), un virus inconnu à particules allongées du *Narcissus pseudonarcissus*, Phaseolus virus 2, virus de la Mosaïque jaune de l'Œillet et virus 1 du Concombre. Il faut noter que les particules de ce dernier virus sont arrondies, tandis que BAWDEN avait trouvé des particules allongées. Cette contradiction demanderait à être expliquée.

P. L.

THUNG (T. H.) et VAN DER WANT (J. P. H.). — **Viren en Looistoffen.** (Virus et tannins). *Tijas. ov. Plantenziekten*, 37, 173-174, 1951.

BAWDEN et KLECZKOWSKI avaient montré (1945) l'action dénaturante des tannins du Fraisier sur le virus de la Mosaïque du Tabac. Ultérieurement, LIMASSET, CORNUET et MARTIN (1950) avaient montré que l'extraction du virus de la Mosaïque du Dahlia était réalisable, malgré la présence de tannins, en effectuant le broyage des feuilles de Dahlia au sein d'une solution de sulfate de nicotine à 40 p. cent. Les auteurs ont étudié l'action du sulfate de nicotine, en parallèle avec d'autres produits (hydroxyde d'aluminium, sulfate de quinine, acétate de plomb, etc...) sur la dénaturation du virus de la Mosaïque du Tabac et du « rattle virus » par les tannins du Fraisier. Le sulfate de nicotine a seul

protégé ces deux virus contre la dénaturation, les autres produits s'étant révélés inactifs à cet égard. A la concentration utilisée l'acétate de plomb précipitait le virus de la Mosaïque du Tabac, tandis que le « rattle virus » n'était pas précipité.

P. L.

SEGRÉTAIN (G.). — **Action du lait de Coco et de l'acide naphtalène acétique sur la multiplication d'un virus en culture de tissus.** *C. R. Ac. Sc.*, CCXXXV, 1342-1344, 1952.

Le lait de Coco favorise le développement du virus de la Mosaïque du Tabac en culture de tissu de « Crown gall ». L'acide naphtalène acétique aurait une action semblable mais légère. Le mélange de lait de Coco et de l'acide naphtalène acétique n'a pas d'influence sur la prolifération du virus, mais favorise le développement des cultures.

P. L.

PAVILLARD (J.). — **Recherches sur la croissance des plantes virosées. — II. Influence des facteurs d'environnement.** *C. R. Ac. Sc.*, CCXXXV, 1527-1528, 1952.

L'instauration du nanisme, chez des Tomates infectées par le virus de la Mosaïque du Tabac, se fait en deux temps. Un premier, spécifique de l'activité du virus, débute avec la première apparition des symptômes ; le second est conditionné par les facteurs d'environnement. Suivant les conditions de milieu réalisées le rythme de croissance reste ralenti ou se trouve restauré après le premier choc dû à l'invasion du virus.

P. L.

WALTERS (H. J.). — **Some relations of three plant viruses to the differential grass-hopper, Melanoplus differentialis** (THOS.). (Sur les relations de trois virus de plantes avec la Sauterelle *Melanoptus differentialis*). *Phytopatho.*, XLII, 7, 355-362, 1952.

Peu de cas de transmissions de virus par des insectes à pièces buccales broyeuses ont été étudiés jusqu'à présent (virus de la Mosaïque du Concombre, du spindle tuber et de l'unmottled curly dwarf de la Pomme de terre, de la Mosaïque jaune du Navet, de la Mosaïque du Cowpea). Dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac, les résultats sont contradictoires. ALLARD (1914-1917) avait cru à sa transmission par des Pucerons, mais travaillait probablement avec le virus 1 du Concombre. Cependant quelques auteurs ont cru observer la transmission par des Pucerons. De même, dans le cas du virus X de la Pomme de terre et du virus du Ring-spot du Tabac, la transmission par des insectes n'a pu être démontrée. La transmission de virus par des Sauterelles n'avait encore été signalée que par Goss (1931) pour l'unmottled curly dwarf de la Pomme de terre, MARKHAM et SMITH (1949) pour le virus de la Mosaïque jaune du Turnip et l'auteur dans une note préliminaire.

L'espèce de Sauterelles étudiée ici est le *Melanoplus differentialis* qui a pu être utilisé pour transmettre les virus de la Mosaïque du Tabac, du Ring-spot du Tabac et du virus X de la Pomme de terre (Potato ringspot). Les insectes jeûnaient 4 à 6 h avant leur repas sur la plante malade. La plante test utilisée pour le virus de la Mosaïque du Tabac était généralement l'hybride *N. glutinosa* × *N. Tabacum*, parfois aussi le Tabac. Cette dernière plante était utilisée pour

tester les deux autres virus. Le *Vigna sinensis* était utilisé pour les essais quantitatifs avec le virus du Ring-spot du Tabac.

Le virus de la Mosaïque du Tabac est transmis par une proportion élevée d'insectes et le pourcentage de transmission diminue peu pendant les 12 h qui suivent le repas infectieux (10 sur 12 à 7 sur 12) ; il devient faible au bout de 24 h (1 sur 12). Plusieurs contaminations successives sont possibles, comme le démontrent des essais sur l'hybride hypersensible où chaque contamination détermine une lésion locale. Certains essais montrent en outre clairement que, dans les conditions naturelles, la moitié au moins des *Melanoplus* infectieux peuvent transmettre le virus au Tabac. Sur l'hybride hypersensible la lésion locale peut apparaître loin de la partie mordue par l'insecte (3 p. cent des cas). Lorsque la morsure intéresse une nervure, l'infection se généralise parfois.

La transmission du virus X et du virus du Ring-spot du Tabac est plus difficile (18 p. cent de succès avec le premier, 6 p. cent avec le second). Le liquide buccal (mélange de salive et de liquide regurgité) a une action inhibitrice sur les trois virus. Il en est de même du sang. Cette inhibition est plus faible sur le virus de la Mosaïque du Tabac que sur le virus X et plus faible sur ce dernier que sur le virus du Ring spot du Tabac. Elle n'est complète pour aucun. L'inhibition est réversible : le pouvoir infectieux est augmenté par dilution ou chauffage à une température légèrement inférieure à la température d'inactivation du virus. L'inhibiteur du liquide buccal est thermolabile, et difficilement dialysable.

Le pouvoir infectieux des trois virus diminuait dans le tube digestif, bien qu'en faible proportion dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac. On retrouvait les trois virus dans les excréments. Dans le cas du virus M. T. la concentration était 1/5 de celle de l'extrait de plante ingéré. Le virus X était fortement inactivé et le virus du Ring-spot disparaissait presque totalement. Dans le liquide buccal le virus M. T. restait infectieux 12 h, le virus X 6 h et le virus du Ring-spot du Tabac 4 h. Le virus M. T. injecté dans le sang d'un insecte vivant s'inactivait en quelques jours (encore infectieux chez 6 insectes sur 12, après 10 jours et 1 après 15 jours). Après injection du virus dans l'appareil circulatoire, une très faible quantité seulement se retrouve dans le liquide buccal.

P. L.

FREITAG (J. H.), FRAZIER (N. W.) et FLOCK (R. A.). — **Six new leaf hopper vectors of Pierce's disease virus.** (Six nouvelles espèces de Cicadelles vectrices du virus de la maladie de PIERCE). *Phytopatho.*, XLII, 10, 533-534, 1952.

Les auteurs ont montré que six nouvelles espèces de Cicadelles étaient capables de transmettre le virus à la Vigne et à la Luzerne. Toutes appartiennent à la sous-famille des *Tettigellinae*. Ce sont *Draeculacephala californica* DAVIDSON et FRAZIER, *D. noveboracensis* (FITCH), *D. crassicornis* VAN DAZEE, *Cuerna yuccae* OMAN et BEAMER, *Graphocephala cythura* (BAKER) et *Homalodisca liturata* BALL. Les auteurs confirment en outre le rôle de *Cuerna occidentalis* OMAN et BEAMER, *Neokolla hieroglyphica* (SAY) et *Keonolla confluens* (UHLER). Ceci fait monter à 20 la liste des espèces vectrices. Cette liste comprend les espèces communes de la sous-famille dans toutes les parties de l'état de Californie. Les espèces étudiées dans ce mémoire ne sont pas communes dans les vignobles, ni dans les champs de Luzernes. Elles ne doivent donc pas jouer un rôle important pour la dissémination du virus sur ses deux hôtes d'intérêt économique. Par contre il se peut qu'elles jouent un rôle au point de vue de la

dissémination du virus sur des plantes sauvages susceptibles de jouer le rôle de réservoirs naturels.

P. L.

Brierley (P.). — **Evidence on the significance of Cucumber mosaïc and Tobacco ring-spot viruses in Gladiolus.** (Preuve de l'importance des virus de la Mosaïque du Concombre et du Ring-spot du Tabac chez le Glaïeul). *Plant Dis. Repts.*, XXXVI, 48-50, 1952. *R. A. M.*, XXXI, 8, p. 385, 1952.

Les virus de la Mosaïque du Concombre, du Ring-spot du Tabac et de la Mosaïque jaune du Haricot ont pu être isolés du Glaïeul et paraissent très répandus en serre sur les Glaïeuls aux États-Unis. Le virus du Ring-spot produit des symptômes variés : rabougrissement, bigarrure blanche, etc... Les deux autres virus provoquent des bigarrures légères ou des Mosaïques, mais peuvent aussi être tolérés. La présence simultanée des trois virus dans la variété High Finance sans rabougrissement marqué, ni altération des fleurs, indique qu'ils sont sans rapports avec la cause primaire des virus grave, non encore identifiés du Glaïeul.

P. L.

Posnette (A. F.). — **Virus, virus everywhere.** (Des virus, des virus partout !) *Fruit Gr.*, 1952, 2950, p. 62, 1952. *R. A. M.*, XXXI, 9, p. 440, 1952.

Posnette décrit une maladie de la variété de Fraisier Climax (*green petal*) qui est probablement provoquée par un virus. Les pétales sont petits et verts. Le fruit est petit, sans grains et les plantes survivent rarement plus d'un an. G. H. L. Dicker indique que les insecticides contenant le produit systémique schradane ont virtuellement éliminé le *Capitophorus fragariae*. Il faut utiliser des lances à main de façon à couvrir les feuilles âgées à la base de la plante (0 à 20 p. cent d'infestation sur les plantes traitées, contre 100 p. cent pour les autres).

P. L.

Darby (J. F.), Larson (R. H.) et Walker (J. C.). — **Variation in virulence and properties of Potato virus Y strains.** (Variation dans la virulence et les propriétés des isolats de virus Y de la Pomme de terre). *Res. Bull. Wis., agr. Exp. Stat.*, CLXXVII, 32, 1951.

Des essais réalisés à l'Université de Wisconsin sur 18 isolats du virus Y de la Pomme de terre ont montré que la température optimum pour l'extériorisation des symptômes était d'environ 24°. Les symptômes les plus graves étaient cependant obtenus à 28° sur des plantes âgées d'une semaine au moment de l'inoculation, mais ces symptômes étaient atypiques. L'U. S. D. A. 41956 qui est immune au virus X, présente avec le virus Y des réactions variant, suivant les isolats, depuis des lésions locales jusqu'à des réactions générales faibles ou intenses, la moitié des isolats tuant finalement les plantes. Le *Lycium rhombifolium* et le *Physalis turbinata*, bien que se comportant comme d'excellents hôtes à lésions locales avec la plupart des isolats, ne présentent aucune valeur pratique pour les études quantitatives. Les *Datura meteloïdes*, *aegyptica* et *fastuosa* sont immuns, tandis que le *D. metel* est sensible au virus Y.

Le virus X inhibe la production par le virus Y de taches nécrotiques sur le Tabac lorsque les deux virus sont inoculés simultanément. Une technique a été mise au point, consistant à inoculer le virus X 24 h avant le virus Y. La souche X

s'est révélée ici la meilleure pour distinguer les divers isolats du virus Y. Les moins virulents de ces derniers protègent contre les plus virulents à la fois chez le Tabac et la Pomme de terre. L'infection spontanée du *P. virginiana* et du *P. heterophylla* par le virus Y a été observée dans les zones de culture de Pommes de terre du Wisconsin central.

P. L.

Broadbent (L.), Gregory (P. H.) et Tinsley (T. W.). — **The influence of planting date and manuring on the incidence of virus diseases in potato crops.** (L'influence de la date de plantation et de la fumure sur l'incidence des maladies à virus dans les cultures de Pommes de terre). *Ann. appl. Biol.*, XXXIX, 4, 509-525, 1952.

Essais de six années à Rothamsted sur l'incidence de la date de plantation et de la fumure sur le rendement et l'incidence des virus de l'Enroulement et de virus Y. Le rendement est augmenté par la plantation précoce et par toutes les fumures spécialement le fumier. La plantation précoce augmente aussi l'influence des maladies à virus. Les deux virus étudiés sont également favorisés par l'usage du fumier. Le sulfate d'ammoniaque favorise l'Enroulement et le chlorure de potassium la Mosaïque à virus Y. Des numérations portant sur deux ans ont montré que les populations de Pucerons étaient plus élevées sur les Pommes de terre plantées de bonne heure et qu'elles étaient favorisées par le fumier, le sulfate d'ammoniaque et le superphosphate, alors qu'elles étaient défavorisées par le chlorure de potassium. Le fait que les engrais et la plantation précoce favorisent le développement des maladies à virus est de peu d'importance si le cultivateur renouvelle son plant tous les ans ou tous les deux ans. Le gain de récolte dû à l'action directe de ces facteurs est alors supérieur à la perte provoquée par l'augmentation de l'incidence des virus.

P. L.

Kirkpatrick (H. C.) et Ross (A. Frank). — **Aphid transmission of potato leaf roll virus to solanaceous species.** (Transmission, par les Pucerons, du virus de l'Enroulement de la Pomme de terre à d'autres Solanées). *Phytopatho.*, XLII, 10, 540-546, 1952.

Le *Myzus persicae* s'est montré un vecteur plus efficace du virus de l'Enroulement que le *M. Convolvuli* et le *Macrosiphum solanifolii*, lorsqu'on utilisait comme plantes tests le *Physalis floridana* et le *P. angulata*. Dans les essais réalisés avec le *M. persicae*, le *P. floridana* se comportait comme une source d'*inoculum* plus efficace que le *Datura Stramonium*. Le *P. angulata* était une source encore plus médiocre, mais moins cependant que la Pomme de terre. Les vieilles feuilles de Pommes de terre étaient de meilleures sources que les feuilles jeunes. Sur le *P. angulata* la probabilité d'infection par une colonie d'insectes pendant une période de 6 jours était nettement inférieure à la probabilité pour la colonie de renfermer un insecte apte à provoquer l'infection. Des individus virulifères isolés contaminent davantage de plantes que si on les groupe avec 5 à 10 individus non virulifères. Les piqûres de Pucerons produisent donc peut-être des modifications donnant à la plante un certain degré de résistance à l'expansion de l'infection.

Lorsque des Pucerons maintenus 30 minutes sur des *P. floridana* infectés sont ensuite transférés par groupe de cinq sur des *P. floridana* sains et sont passés d'une de ces plantes saines à une autre toutes les demi-heures, on constate que certains insectes peuvent transmettre le virus une heure seulement après

avoir quitté la plante malade. Cette période minimum d'incubation est beaucoup plus faible que celle qui a été observée dans les travaux portant sur la Pomme de terre. Il se peut que le *P. floridana* soit d'une part très riche en virus et d'autre part exige moins de virus que la Pomme de terre pour être contaminé. Contrairement à ce qui se passe pour les virus transmis par des Cicadelles, il ne semble pas que l'incubation soit liée ici à la multiplication du virus : en 1 h 30 celle-ci ne peut-être grande, de plus rien au cours du transfert ultérieur ne permet de penser qu'elle prenne place.

Les auteurs estiment qu'ici, comme dans le cas de la Jaunisse de la Betterave (Watson 1940), il n'y a pas de période de latence proprement dite, mais plutôt une période de faible probabilité des contaminations. L'auteur suppose que ceci tient peut-être au transfert brutal des Pucerons sur des plantes de nature différente. Une certaine accoutumance devrait se produire pour qu'ils s'alimentent dans des conditions convenables.

P. L.

Klinkowski (M.). — **Die Wirkung des X-Virus auf den Ertrag der Kartoffel sorten Ackersegen und Voran.** (L'effet du virus X sur la récolte des variétés de Pommes de terre Ackersegen et Voran). *Z. Pfl. Krankh.*, LVIII, 7-8, 241-245, 1951. *R. A. M.*, XXXI, 9, p. 453, 1952.

Des résultats d'essais réalisés en Saxe en 1949 montrent que chez Ackersegen le nombre de tubercules était réduit de moitié et leur poids de 74 p. cent sous l'effet de l'infection. Dans une série d'essais réalisés en 1950 la réduction de récolte chez Voran atteignait 43 p. cent et dans une autre 11 p. cent. Des pertes de cet ordre doivent conduire à reviser l'opinion selon laquelle l'effet de virus X est négligeable. L'auteur envisage l'organisation de la production de semences indemnes de virus X en s'inspirant de la méthode australienne (*R. A. M.* XXVII, p. 222).

P. L.

Sprau (F.). — **Uber das Auftreten einer neuen Viruskrankheit — Zweigstrauchvirose — an Kartoffeln.** (Sur la présence d'une nouvelle maladie à virus — Zeigstrauchvirose — chez les Pommes de terre). *Pflanzenschutz* — III, 10, 125-126, 1951. *R. A. M.*, XXXI, 8, p. 397, 1952.

Affection étudiée à Munich et transmise par greffage à plusieurs variétés de Pommes de terre, notamment Ackersegen, ainsi qu'à la Tomate, au *Solanum demissum*, au *Solanum nigrum*, au Tabac, au *Datura Stramonium* et au Pétunia. La transmission mécanique et par les insectes n'a pas été obtenue. Les symptômes se rapprochent de ceux du Balai de sorcière de la Pomme de terre et du Balai de sorcière de la Tomate. Les relations entre ces virus doivent être étudiées.

P. L.

Sprau (F.). — **Zur Frage der Ubertragung des Y-Virus der Kartoffel durch Samen.** (Sur le problème de la transmission, par la graine, du virus Y de la Pomme de terre). *Pflanzenschutz*, III, 10, 128-129, 1951. *R. A. M.*, XXXI, 8, p. 397, 1952.

L'auteur a observé des semis de la variété Biene, les graines étant prélevées sur des plantes malades. Les plantules se développaient dans une serre protégée contre les Pucerons. Sur 476 observées, 30 présentèrent des symptômes

rappelant le virus Y, mais les extraits de 12 d'entre elles seulement provoquèrent des symptômes typiques sur le *Nicotiana glutinosa*. L'auteur considère comme très probable l'existence d'un certain degré de transmission du virus, peut-être d'ailleurs variable suivant la variété.

P. L.

NICHOLS (C. W.). — **The retarding effect of certain plant hormones on Tobacco mosaic symptomes.** (L'effet retardateur de certaines hormones végétales sur le développement des symptômes de la Mosaïque du Tabac). *Phytopatho.*, XLII, 11, 579-580, 1952.

En pulvérisant des Tabacs avec des solutions d'acide naphtalène-acétique et d'acide indolebutyrique, l'auteur a observé que l'extériorisation des symptômes de la Mosaïque du Tabac était retardée et que la gravité de ces derniers devenait plus faible. L'acide indolebutyrique était plus intéressant car, à certaines concentrations, il produisait le même phénomène sans effet défavorable sur la croissance de la plante. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec des pulvérisations journalières d'une solution à 100 mg par litre ou des pulvérisations de solutions à 500 g par litre à intervalles de 5 à 9 jours. Avec aucune des deux hormones, il n'a été possible d'obtenir la disparition complète des symptômes sans provoquer des dégâts sur le Tabac. Aucun dosage de virus n'a été effectué.

P. L.

FORSTER (R.). — **Inativacao to virus do mosaico comun do Fumopelo filtrado de culturas de Trichoderma sp.** (Inactivation du virus de la Mosaïque commune du Tabac par un filtrat de culture de *Trichoderma* sp.). *Bragantia*, S. Paulo, X, 5, 139-148, 1950 (Res. anglais), *R. A. M.*, XXXI, 8, p. 403, 1952.

Un extrait de *Trichoderma* a réduit de 90 p. cent le nombre de lésions locales sur le *Nicotiana glutinosa*. L'inactivation était effective après 2 minutes de contact entre le virus et les extraits de *Trichoderma*. Elle n'augmentait pas ensuite. Le pouvoir d'inactivation déclinait rapidement dans les cultures maintenues à la lumière (peut-être en relation avec la sporulation, celle-ci ne se produisant pas à l'obscurité). L'agent inactivant n'est pas extractible par le chloroforme et doit être de nature différente de celui découvert par WEINDING dans ses essais avec le *Rhizoctonia Solani*.

P. L.

COMMONER (B.) et MERCES (F.). — **Inhibition of the biosynthesis of Tobacco mosaic virus by thiouracyl.** (Inhibition de la biosynthèse du virus de la Mosaïque du Tabac par le thiouracyle). *Nature*, Lond., 168, 4264, 113-114, 1951.

L'action inhibitrice du thiouracyle sur le virus de la Mosaïque du Tabac est étudiée par les auteurs sur des feuilles détachées de cette plante. Celles-ci sont inoculées, puis on détache des disques qui sont mis à flotter sur des solutions de la substance étudiée. L'inhibition du virus est totale à la concentration $4{,}3 \cdot 10^{-5}$ de thiouracile. L'effet inhibiteur était diminué en présence d'uracile. La thiouracile bloquerait la synthèse du virus en interférant avec le métabolisme de l'uracile.

P. L.

PRICE (W. C.) et FENNE (S. B.). — **Tomato rosette, a severe disease caused by a strain of Tobacco mosaic virus.** (La rosette de la Tomate, grave maladie à virus provoquée par une souche du virus de la Mosaïque du Tabac). *Phytopatho.*, XLI, 12, 1091-1098, 1951.

Les auteurs décrivent une nouvelle maladie à virus très grave de la Tomate (Tomato rosette) observée dans l'état de Virginie en 1949 et 1950. La maladie est caractérisée par un grave rabougrissement. Les plantes ont un aspect filiforme du type Fern-leaf. L'aspect rappelle un peu celui de plantes traitées par l'ac. 2-4 dichlorophénoxyacétique. L'auteur attribue la maladie à un variant du virus de la Mosaïque du Tabac (*Marmor Tabaci* H. var. *rosettae*). Selon lui, il ne s'agit pas d'un complexe de virus. Cependant les caractères décrits se rapprochent singulièrement de ceux qui ont été observés en France pour une maladie analogue dont l'origine complexe a été formellement démontrée. L'auteur élimine l'hypothèse d'une maladie complexe uniquement parce que l'inoculum provenant d'une lésion locale sur un hôte hypersensible permet de reproduire la maladie. Ceci paraît contestable.

P. L.

SILL (W. H.), BURGER (W. C.), STAHMANN (M. A.) et WALKER (J. C.). — **Electron microscopy of Cucumber virus 1.** (Étude du virus 1 du Concombre à l'aide du microscope électronique). *Phytopatho.*, XLIII, 8, 420-422, 1952.

Les données sur la morphologie du virus 1 du Concombre sont contradictoires. BAWDEN, de même que JOHNSON, ont décrit des particules en bâtonnets. Par contre DE BRUYN OUBATER *et al.* ont décrit des particules sphériques, mais en laissant toutefois planer un doute sur l'identité du virus étudié. Les essais décrits étaient réalisés avec la souche Y de virus 1 du Concombre de l'Université de Wisconsin. Les extraits étaient réalisés en partie de Concombre et de Tabac.

L'auteur décrit la technique utilisée pour l'électromicrographie. Les tests de pouvoir infectieux étaient réalisés par numération des lésions locales sur le *Vigna sinensis*. Les jus extraits du *N. Tabacum* présentaient un pouvoir infectieux élevé (125 lésions par feuille), mais le virus sédimente avec les chloroplastes lorsqu'on centrifuge. Le virus est totalement sédimenté à 5 à 10 000 tours en 80 minutes. Le montage du sédiment fournit au microscope électronique des agrégats qui paraissent formés de particules sphériques. Ces agrégats sont absents dans les témoins. Quelques particules allongées se trouvaient dans les extraits de Tabacs sains et malades, sans corrélation avec le pouvoir infectieux.

Les extraits de Concombre entier donnent de mauvais résultats en raison de la présence d'inhibiteurs. Les auteurs ont réalisé des préparations à partir de la corolle des fleurs chez lesquelles l'absence d'inhibiteur avait été signalée. A l'inverse de ce qui se passait dans les extraits de Tabac, les éléments infectieux ne sédimentaient pas à 1 800 g. Au bout de 80 minutes à 3 600 g, on trouvait encore un pouvoir infectieux au liquide surnageant. Celui-ci ne disparaissait pas toujours totalement à 80 minutes à 80 000 g. L'auteur publie d'excellentes photographies obtenues avec les extraits de corolle de Concombre. Dans le liquide surnageant obtenu après centrifugation à 5 000 tours, on observe des agrégats, mais plus petits que ceux fournis par les extraits de Tabac. A 9 000 tours on observe des agrégats et des particules libres de forme sphérique. A des vitesses plus élevées la proportion de particules libres augmente. Leur diamètre

moyen est de 35 mμ. Il y a corrélation entre la présence de ces particules et un pouvoir infectieux élevé. Cette corrélation n'existe pas avec les particules en bâtonnets du type de celles décrites par BAWDEN et par JOHNSON. Les corolles de plantes saines ne donnent pas de particules sphériques, mais on y trouve occasionnellement des bâtonnets. Chez le Tabac le virus serait fixé par les chloroplastes et peut-être d'autres constituants cellulaires et sédimenterait avec ceux-ci. P. L.

LIHNELL (D.). — **Nagra vardvaxter for Cucumis-virus 1 i Sverige.** (Certaines plantes hôtes du virus 1 du Concombre en Suède). *Växtskyddsnotiser, Växtskyddsanst.*, Stockl., 1951, 4, 52-57, 1951. *R. A. M.*, XXXI, 9, p. 417, 1951.

L'Épinard paraît être la seule culture indigène en Suède à subir des dégâts importants dus au virus 1 du Concombre. Mais ce virus attaque le *Bunias orientalis*, mauvaise herbe fréquente dans l'est du pays. Des plantes ornementales, *Aristolochia durior* et *Lonicera periclymenum*, hébergent également le virus. P. L.

RAYCHAUDURI (S. P.). — **Studies on internal browning of Tomato.** (Travaux sur le brunissement interne de la Tomate). *Phytopatho.*, XLII, 11, 591-595, 1952.

L'auteur n'a pu reproduire le brunissement interne du fruit chez la Tomate par greffage de rameaux sains sur des plantes malades. Une souche du virus de la Mosaïque du Tabac (TMV), associée à cette affection sur des Tomates étudiées dans le New Jersey, ne se conservait dans la semence que durant une ou deux semaines, tandis que la souche ordinaire du TMV se conservait 27 à 28 jours. Au point de vue symptomatologique cette souche de virus se distinguait légèrement de la souche ordinaire et de la souche Plantain (ribgrass strain) du virus TMV. Les graines de Tomate en germination contiennent une substance douée d'une action inhibitrice sur le virus TMV. P. L.

WILKINSON (R. E.) et Ursula HIRSCH. — **Local lesion hosts for the lettuce mosaic virus.** (Hôtes à lésions locales utilisables pour l'étude du virus de la Mosaïque de la Laitue). *Phytopatho.*, XLII, 9, p. 478, 1952.

Le *Gomphrena globosa* et le *Chenopodium urbicum* réagissent par des lésions locales 10 à 14 jours après l'inoculation à l'aide de carborundum du virus de la Mosaïque de la Laitue (*Marmor Lactucae*). Le *G. globosa* convient bien par des épreuves quantitatives à l'approche de la floraison. L'infection peut cependant se généraliser chez cette espèce à température élevée pendant un temps prolongé. Le titre du virus dans les diverses parties de la plante est étudié. P. L.

GROGAN (R. G.), WELCH (J. E.) et Roy BARDIN. — **Common Lettuce mosaic and its control by the use of mosaic-free seed.** (La Mosaïque commune de la Laitue et la lutte contre cette maladie par l'usage de semence indemne de virus). *Phytopatho.*, XLII, 10, 573-577, 1952.

Dans les conditions réalisées en Californie, l'expansion de la Mosaïque de la Laitue garde un caractère local, de sorte que l'usage de semence indemne de virus est un bon moyen d'empêcher le développement de la maladie dans des plantations de grande échelle. P. L.

TAKAHASHI (W. N.). — **Rod shaped virus of Radish Mosaic.** (Virus en bâtonnet associé à la Mosaïque du Radis). *Phytopatho.*, XLII, 11, 591-595, 1952.

Deux types morphologiques différents ont été mis en évidence en ce qui concerne les virus de Crucifères. Le virus de la Jaunisse du Navet (COSLETT et MARKHAM, 1948) a des particules sphériques de 22 mμ de diamètre et le *Brassica nigra virus* (TAKAHASHI, 1949) a des particules longues et flexueuses de 12 à 700 mμ. Quatre souches du *Turnip 1 virus* sérologiquement voisines sont associées avec des particules filamenteuses de longueur indéterminée. L'auteur a observé ici un troisième type, correspondant à des particules en bâtonnets relativement courtes (25 × 105 — 120 mμ). La maladie causée par ce virus est une Mosaïque du Radis décrite et étudiée par TOMPKIMS (1939). L'auteur décrit les techniques pour la préparation du virus. Les particules en bâtonnets se trouvaient uniquement dans les préparations obtenues à partir de plantes malades, jamais dans celles obtenues à partir de plantes saines. De nombreuses particules sphériques étaient présentes dans les extraits de plantes saines et de plantes malades. P. L.

VUITTENEZ (A.). — **Transmission par double greffage d'une panachure infectieuse de la Vigne.** *C. R. Ac. Sc.*, Paris, CCXXXIV, 10, 1084-1086, 1952.

On observe en Alsace des foyers de panachure particulièrement fréquents chez la var. « Traminer ». L'auteur a pu transmettre cette affection par greffage, ce qui confirme son origine virologique. P. L.

VUITTENEZ (A.). — **Sur la présence de cordons endovasculaires chez des Vignes atteintes de panachure et leur apparition dans des boutures inoculées par greffage.** *C. R. Ac. Sci.*, Paris, CCXXXIV, 11, 1205-1207, 1952.

L'auteur décrit les cordons endovasculaires chez les Vignes atteintes de Court-noué. Ces cordons, surtout abondants dans les vaisseaux du xylème, existent aussi dans le cambium, le parenchyme libérien et les tubes criblés. Dans des essais où les plantes malades avaient été greffées sur l'hybride Ripara-Berlandieri (Kober 5 BB), la formation de cordons avait été beaucoup plus abondante sur ce dernier. P. L.

CADMAN (C. H.). — **Studies in Rubus virus diseases. IV. Yellows diseases of Raspberries.** (Travaux sur les maladies à virus des *Rubus*. IV. Les Jaunisses des Framboisiers). *Ann. appl. Biol.*, XXXIX, 4, 495-500, 1952.

Des jaunissements de Framboisiers d'abord attribués à des désordres physiologiques sont transmissibles par greffage. On peut distinguer plusieurs types d'après l'intensité des symptômes sur diverses variétés. P. L.

PRENTICE (I. W.). — **Resolution of Strawberry virus complexes. VI. Experiments with virus 4 and 5.** (Analyse des complexes de virus du Fraisier. VI. Expériences avec les virus 4 et 5). *Ann. appl. Biol.*, XXXIX, 4, 487-494, 1952.

En plus des trois virus déjà décrits par l'auteur, deux autres sont maintenant identifiés (virus 4 et 5 du Fraisier). Le virus 4 produit une chlorose des nervures et a été observé accidentellement sur la variété Royal Sovereign au cours d'essais de transmission d'autres virus par des Pucerons. Sa transmission par insecte n'a pas encore été obtenue. Le *Fragaria vesca* et le Royal Sovereign peuvent être utilisés comme indicateurs. Le virus 5 a été détecté sur des plantes

d'aspect sain de la variété Fairfax. Des pucerons provenant de ces plantes provoquaient une grave maladie sur *F. vesca*. Les symptômes diffèrent de tout ce qui avait été décrit antérieurement. Certaines parties des nervures se chlorosent, puis se nécrosent et les folioles se déforment. Les feuilles présentant ces symptômes ont présenté une guérison apparente dans le courant de l'été. Cependant au mois de mai suivant (1947) des symptômes analogues, bien que plus légers, réapparaissaient. Au mois de mai 1948, il n'y a pas eu réapparition des symptômes, mais les plantes avaient peu de vigueur et certaines feuilles étaient légèrement déformées. Ce virus a pu être transmis par le *Pentatrichopus fragaefolii* après un repas d'une heure ou davantage sur une plante malade. Il reste actif une heure environ dans l'organisme de l'insecte vecteur. En greffe par approche avec les Fairfax ayant servi de sources de virus, des *F. vesca* ont présenté des symptômes différents de ceux du virus 5. Les Fairfax devaient donc contenir un virus surnuméraire, mais l'auteur n'a pu le séparer. La transmission du virus 5 a été réalisée sur des plantes de la variété Royal Sovereign.

L'auteur propose des dénominations nouvelles pour les virus du Fraisier : virus 1 : *Strawberry mottle virus*. — Virus 2 : *Str. mild yellowedge virus*. — Virus 3 : *Str. Crinkle virus*. — Virus 4 : *Str. vein chlorosis virus*. — Virus 5 : *Str. leaf curl virus*. L'auteur pense actuellement que le virus 1 est distinct du *mild crinkle virus*. Le *mild crinkle* qu'on observe dans les champs est souvent dû au *vein chlorosis virus* seul ou en combinaison avec le *mottle virus*. Le *severe crinkle* peut être provoqué par le virus du *Crinkle* seul ou en combinaison avec le virus du mottle ou le *vein chlorosis virus*. Le *yellowedge* est dû à l'action combinée du *mild yellowedge virus* et du *mottle* ou du *Crinkle virus*.

Le *leaf curl virus* n'existe probablement pas dans les champs en Grande-Bretagne. La plante de la variété Fairfax, originaire des États-Unis, qui le portait est maintenant maintenue en serre insect proof. Les symptômes se rapprochent de ceux du *Strawberry leaf roll virus* (Berkeley et Plakidas, 1942), mais il n'y a probablement pas identité entre les deux virus, bien que la question demande à être approfondie. Les virus du *mottle* et *du leaf curl* sont du type *non persistant* au sens de Bawden (1950), mais non nécessairement de Watson et Roberts (1939), le virus du *mild yellowedge* est persistant, mais on n'a pas observé de période d'incubation chez l'insecte. Le virus du *Crinkle* est persistant et a une longue période d'incubation (15 jours environ). L'auteur discute les causes possibles d'une incubation aussi longue. Selon lui le virus ne se multiplie pas dans l'organisme de l'insecte. En effet dans cette hypothèse le virus ingéré en un jour se multiplierait pendant 15 jours pour atteindre le seuil d'infection. Si l'on prolonge le repas contaminant le virus ingéré les jours suivants devrait alors s'ajouter au précédent et abréger la période d'incubation. On observe, bien au contraire, une légère augmentation de la durée d'incubation, lorsqu'on prolonge le repas contaminant.

L'auteur suppose que le virus est absorbé sous forme inactive, l'incubation correspondant au temps nécessaire pour qu'il acquière son activité.

P. L.

Mulder (D.). — **De Eckelrader virusziekte van zoete Kersen.** (L' « Eckelrader » maladie à virus des Cerisiers doux). *Meded. Direct. Tuinb. Wageningen*, XIV, 217-228, 1951. *R. A. M.*, XXXI, 3, p. 128, 1952.

Maladie observée en 1946 sur des Cerisiers doux dans le sud du Limbourg en Hollande et désignée sous le nom de « Eckelrade ». Les symptômes se caractérisent par des énations à la partie inférieure des feuilles, des indentations, la

formation de rosette, la mort des jeunes branches, la petitesse des feuilles. La maladie est confinée sur des Cerisiers doux et se montre particulièrement grave sur Abbesse de Mouland et Bigarreau Napoléon. Elle présente des analogies avec la maladie du « Pfeffinger » signalée en Suisse. L'auteur suppose que plusieurs virus interviendraient. L'un serait celui du « rasp leaf » également responsable d'énations. La maladie paraît d'ailleurs se répandre lentement et uniquement par les opérations culturales telles que le greffage. Elle n'a pas encore été détectée en pépinière. Les arbres atteints ne doivent pas servir de greffons.

P. L.

Brierley (P.). — **Exceptional heat tolerance and some other properties of the Chrysanthemum stunt virus.** (Sur la tolérance exceptionnelle à la chaleur et quelques autres propriétés des virus du stunt des Chrysanthèmes). *Plant. dis. Repts.*, XXXVI, 6, 243-244, 1952. *R. A. M.*, XXXI, 12, p. 608.

Le virus du stunt du Chrysanthème résiste à l'ébullition. Il est encore actif après 8 jours de dessiccation dans les tissus. Les extraits des feuilles ont conservé leur pouvoir infectieux pendant 7 semaines à 18° en tubes ouverts, mais non 8 semaines. Les préparations alcooliques étaient aussi infectieuses que les préparations dans l'eau distillée. Le flambage doit donc être utilisé de préférence à l'alcool pour la désinfection des outils utilisés pour la multiplication des plantes.

P. L.

Le Directeur-Gérant : B. Laclavière.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 21-10-1953.
Dépôt légal : 4e trimestre 1953 — *N° d'impression : 129*

ÉTUDE SUR LES TRAITEMENTS AÉRIENS PAR POUDRAGE

II. TRAITEMENTS CONTRE LE MÉLIGÈTHE DU COLZA

PAR

M. HASCOËT

Laboratoire de Phytopharmacie, Versailles

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.

II. — Réalisation des traitements.

III. — Contrôle de l'efficacité.

Étude de l'épandage de la poudre.
Efficacité du traitement.

IV. — Résultats expérimentaux.

V. — Conclusions.

I. — INTRODUCTION

Le traitement par appareil aérien des champs d'oléagineux est un des cas où cette technique peut être utilement employée sur des cultures basses (1). Nous avons pu contrôler l'efficacité d'une série de poudrages exécutés contre le méligèthe du Colza dans la région d'Etrépagny (Eure). Les traitements étaient effectués par une entreprise de travaux aériens pour le compte d'une coopérative locale. Nous avons cherché à préciser l'efficacité du traitement en fonction des quantités de poudre répandues.

Bien que la région d'Etrépagny offrît la plupart des facteurs estimés nécessaires à la réalisation d'un traitement aérien : densité suffisante des cultures à protéger, parcelles de 10 à 20 ha, de forme régulière, peu de relief, la réalisation d'expériences correctes a été gênée par deux circonstances :

1. Présence de lignes téléphoniques ou à haute tension, plantées en bordure des champs ;

(1) Voir : M. RAUCOURT, G. VIEL et J. CHEVREL. — Études sur les traitements aériens par poudrage. I : Étude de la répartition des poudres. *Ann. des Epiph.*, 1953.

2. Existence d'un vent souvent violent qui réduit les possibilités de vol et la régularité des épandages.

II. — RÉALISATION DES TRAITEMENTS

a) **Caractéristiques des appareils employés** : La Société des Travaux aériens du Midi, qui a effectué ces poudrages, a utilisé des Piper-Cub à moteur de 65 ou de 90 CV., transportant une centaine de kilos de poudre (*Voir description de l'appareil poudreur*).

b) **Balisage** : La bande à traiter était signalée au pilote par un panneau blanc porté par un jalonneur, à chacune des extrémités de la pièce

c) **Techniques de vol** : 1. L'appareil poudre suivant des bandes parallèles d'une largeur de 10 mètres environ ;

2. ces bandes sont prises dans le sens de la plus grande dimension du champ ;

3. l'avion aborde le champ « au vent » de manière que le nuage insecticide soit déporté sur celui-ci ;

4. la hauteur de vol est maintenue à 3 mètres environ au-dessus de la culture, parfois même à une altitude inférieure ;

5. les fourrières sont traitées par deux passages (aller et retour) perpendiculaires aux bandes précédemment parcourues.

d) **Produit employé et dose** : La poudre employée, à la dose de 40 kg par ha environ, contenait 5 p. cent d'H. C.H. technique. Elle ne présentait aucune caractéristique physique spéciale au traitement aérien.

III. — CONTROLE DE L'EFFICACITÉ

a) **Méthode permettant d'estimer la population de Méligèthe** : Principe : On estime le nombre de Méligèthes existant par inflorescence en différents points du champ.

1. Choix des points de numération : Plusieurs séries de lignes parallèles à la plus grande dimension du champ sont prospectées, les numérations étant effectuées à des distances constantes l'une de l'autre. Le nombre de numérations pour un même champ n'est jamais inférieur à 100.

2. Méthode de numération : le nombre de Méligèthes rencontrés par inflorescence est établi, soit sur un nombre N d'inflorescences prises sur des groupes de 3 pieds de Colza voisins, soit sur un nombre fixe d'inflorescences, 5, choisies au même endroit. Ne sont examinées que les inflorescences dont les boutons se trouvent groupés sur un même plan.

Pour chaque traitement aérien, nous avons effectué une numéra-

tion 2 jours avant celui-ci et une seconde numération dans les 2 jours suivant ce traitement. La réinfestation a été estimée un mois plus tard.

b) **Evaluation des quantités de poudre effectivement répandues au niveau du feuillage :**

1. Prélèvement de la poudre : La poudre est recueillie au moyen de verres de montre glycérinés au préalable, d'un diamètre de 11 cm., maintenus horizontaux au niveau des inflorescences par des griffes métalliques montées sur des piquets de bois. Ces verres de montre sont espacés de 2 m 50 en 2 m 50 sur une ligne médiane perpendiculaire à la trajectoire suivie par les appareils. Dans certains cas, plusieurs lignes de dispositifs ont été étagées en profondeur sur la surface du champ.

Nous avons suivi l'entraînement de la poudre sur les parcelles voisines au moyen de rangées de coupelles disposées perpendiculairement à la lisière « sous le vent » d'un champ traité.

2. Méthode de dosage : Elle a été indiquée dans la première partie de cette étude (voir la note de la page 307) : libération du chlore suivant STEPANOV, puis le titrage par la méthode de VOLHARD.

IV. — RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Nous avons observé quatre traitements de champs de Colza, désignés par les sigles E1, E2, E3 et E4. Dans les 3 derniers traitements, la répartition de la poudre a été contrôlée. Nous indiquons la disposition des traitements E2, E3 et E4 (fig. 1 et 2).

A. ÉTUDE DE L'ÉPANDAGE DE LA POUDRE

Le tableau I résume les observations faites au cours des diverses expériences.

TABLEAU I.

Détails techniques sur les traitements.

Quantités de poudre épandue : 40 kg. par ha.

Expérience	E 1	E 2	E 3	E 4
Superficie du champ (en ha)	11	4	15	15
Forme générale	quadrilatère irrégulier	rectangle	carré	rectangle très allongé
Orientation des vols		N-S	N-S	N-S
Conditions météorologiques au moment du traitement :				
Température :				
de l'air	12°5	14°	pas d'observation	pas d'observation
du sol	11°	10°		
Vent :				
force	modéré	modéré	nul	nul
direction	W	S-W		
Hauteur de pluie	5 mm	0	0	0

Quantités de poudre recueillies au niveau des inflorescences, en kg par ha :

Sur l'ensemble de la parcelle				
Moyenne	pas d'observations	6,85	7	5,6
2) Sous les trajectoires de l'avion :				
Moyenne	»	30	36	?
Maximum	»	56	57	35
3) En dehors des trajectoires de l'avion :				
Moyenne	»	1	2	2
Minimum	»	0,6		

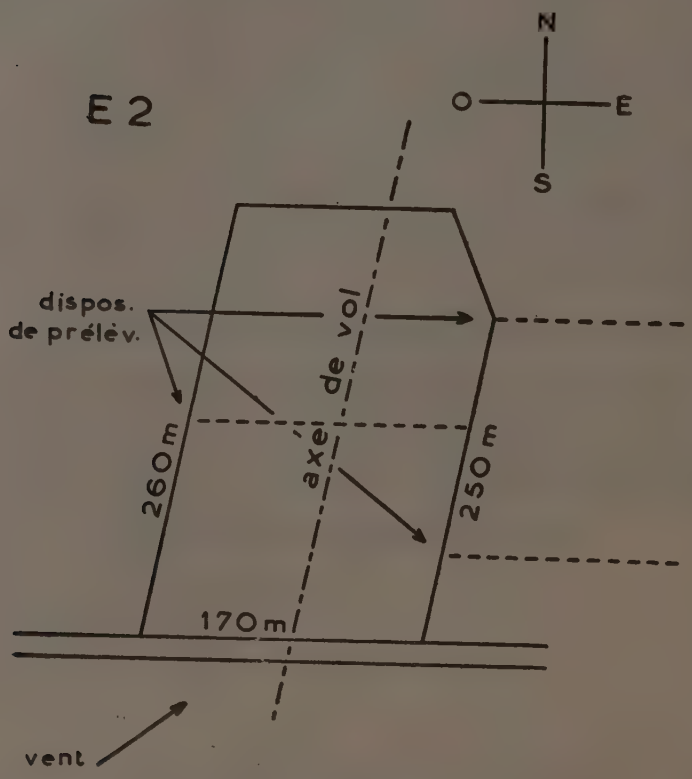


FIG. 1. — Plan du champ de l'observation E 2.
Remarquer les lignes de prélèvements en dehors du champ.

Homogénéité de la répartition. — La répartition de la poudre, perpendiculairement aux lignes de vol de l'avion, est très irrégulière. Les expériences E3 et E4 en donnent des exemples illustrés par les figures 3 et 4. Sous les trajectoires de l'avion, on note des maxima très élevés (jusqu'à 57 kg par ha.), les quantités moyennes recueillies restant

elles-mêmes très au-dessus de celles trouvées sur l'ensemble de la parcelle :

30 kg par ha dans l'essai N° 2,
36 kg par ha dans l'essai N° 3.

Par contre, si l'on élimine ces dépôts exceptionnellement élevés

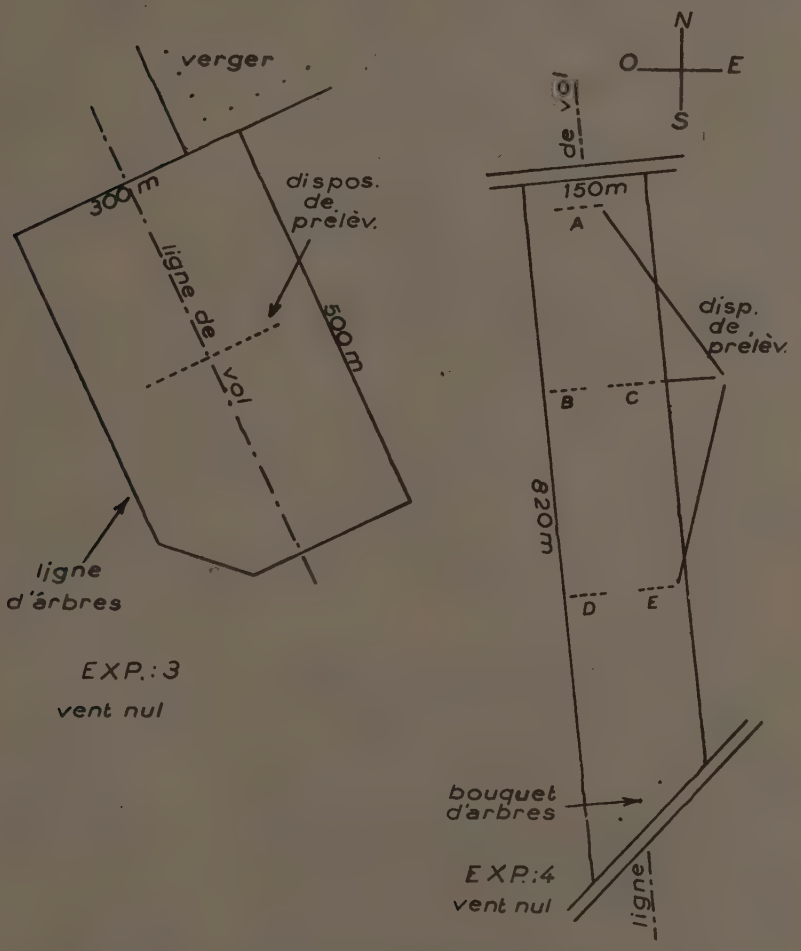


FIG. 2. — Plan du champ des observations E 3 et E 4.
En E 4, l'avion volait toujours du N au S.

et que l'on ne considère que les parties du champ situées en dehors des trajectoires de l'appareil, les quantités de poudre recueillies sont de l'ordre de 1 à 2 kg par ha avec des minima de 0,6 kg par ha.

Rendement des traitements. — On désigne ainsi la proportion de poudre retrouvée dans le champ traité, relativement à celle qui a été épandue. Comme le montre le tableau I, ce rendement a été faible, si

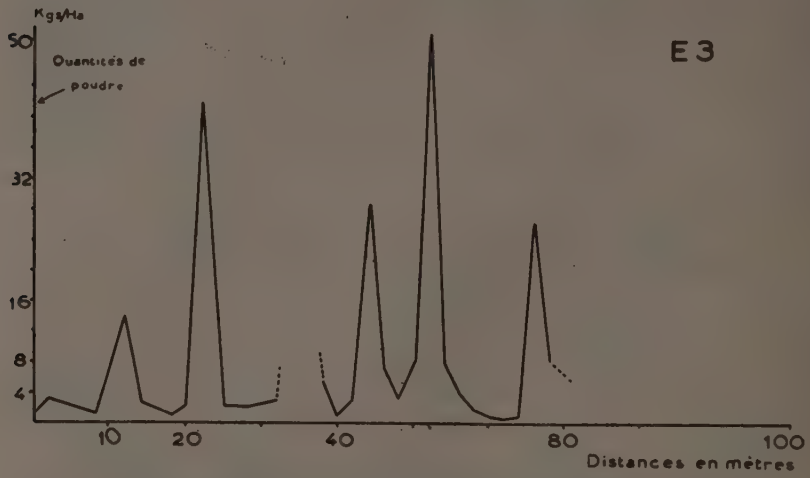


FIG. 3. — Quantités de poudre retrouvées en E 3, le long d'une ligne de 80 m environ, située au milieu du champ, perpendiculairement aux lignes de vol.

on note que la quantité de poudre épandue à l'ha a été de l'ordre de 40 kg.

Les quantités de poudre recueillies furent en effet :

6,85 kg par ha dans E2,

7 kg par ha dans E3,

5,6 kg par ha dans E4.

Les résultats sont donc assez homogènes.

Entraînement hors du champ traité. — Les possibilités d'entraînement du nuage de poudre ont été étudiées au cours de l'essai E2. Deux lignes de coupelles ont été disposées au 1/3 et aux 2/3 de la longueur du champ. Dans chaque ligne, les coupelles étaient placées horizontalement à 5 m, 15 m, 30 m, 50 m, et 100 m de la lisière (fig. 1).

Les chiffres trouvés ont été les suivants :

TABLEAU II.

Quantités de poudre entraînées sur les parcelles voisines (en kg par ha).

Cas d'un poudrage où il a été recueilli en moyenne : 7 kg par ha de poudre sur le terrain traité.

Distance de la lisière	5 m	15 m	30 m	50 m	100 m
1re ligne au 1/3 de la longueur	1,8	1,3	0,6	0,3	
2e ligne aux 2/3 de la longueur	2,2	2	1	0,9	0,6

Les deux courbes (fig. 5) représentant les quantités de poudre retrouvées jusqu'à 100 m de la limite du champ traité, sont assez voi-

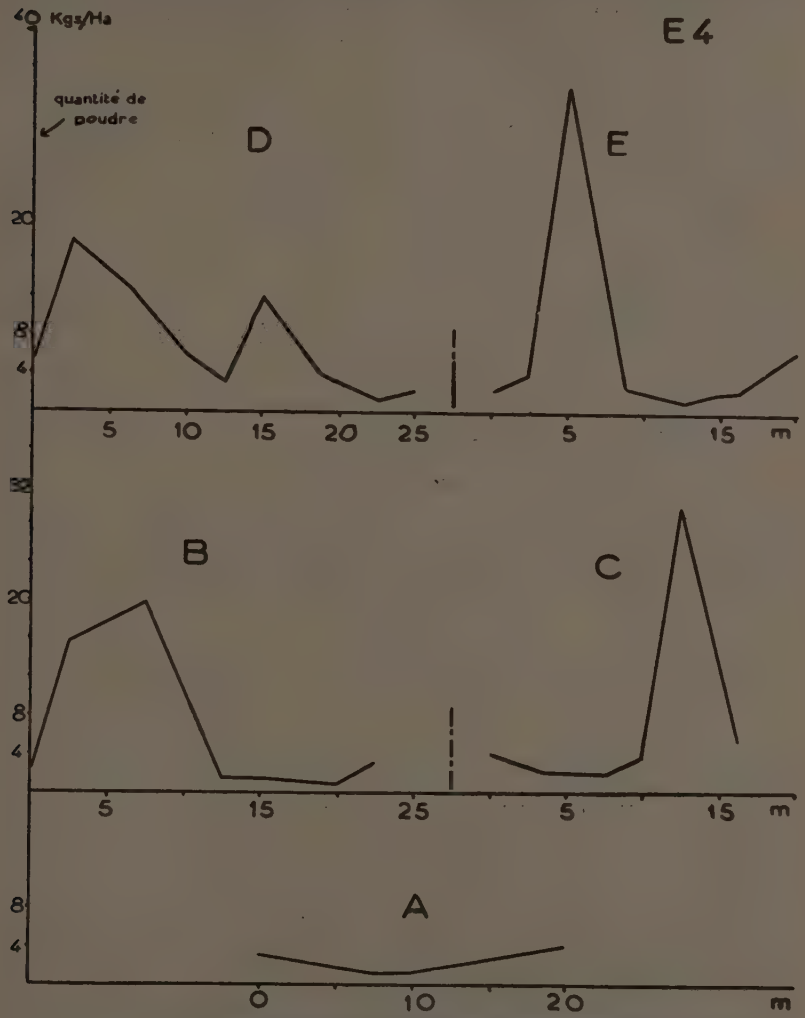


FIG. 4. — Quantités de poudre retrouvées en E 4, suivant 3 lignes transversales successives : A, B-C, D-E. La ligne A, voisine de la lisière où l'avion attaquait le champ a été très peu traitée.

sines. Sur la seconde ligne de prélèvement, les chiffres restent toujours plus élevés.

Influence de la turbulence sur les dépôts de poudre. — Cette influence a été observée dans l'essai E3 au moyen d'une seconde ligne de coupelles

placées verticalement et différemment orientées : les unes étaient placées perpendiculairement aux axes de vol, les autres parallèlement. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau III (Voir aussi fig. 6).

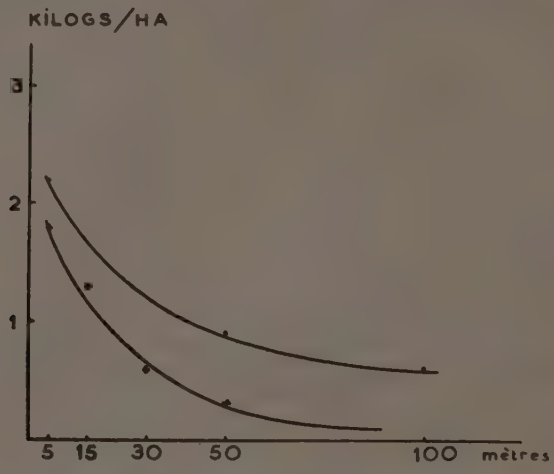


FIG. 5. — Courbes de dépôts de poudre hors du champ traité, dans l'observation E 2 suivant deux lignes perpendiculaires aux axes de vol.

TABLEAU III.

Quantités de poudre déposées par turbulence de nuage (en kg par ha).

	Coupelles horizontales	Coupelles verticales
Moyenne sur l'ensemble de la parcelle	7	3,7
Sous les trajectoires de l'avion :		
Moyenne	30	
Maximum	56	40
En dehors des trajectoires de l'avion :		
Moyenne	1	1,3
Minimum	0,6	0,2

Les coupelles verticales perpendiculaires à l'axe de vol recueillent à peu près autant de poudre que les coupelles horizontales. Les coupelles verticales parallèles à l'axe de vol n'en reçoivent pratiquement pas.

B. EFFICACITÉ DU TRAITEMENT

L'ensemble des champs de Colza de la région ayant été soumis au traitement insecticide, il nous a été impossible de nous ménager des témoins. Nous nous sommes donc bornés à apprécier l'efficacité par la réduction de population enregistrée entre 2 numérations effectuées respectivement 2 jours avant et après le traitement. La fig. 7 indique schémati-

quement l'évolution des populations de Méligèthes dans les 4 champs observés. Quelques précisions sont nécessaires.

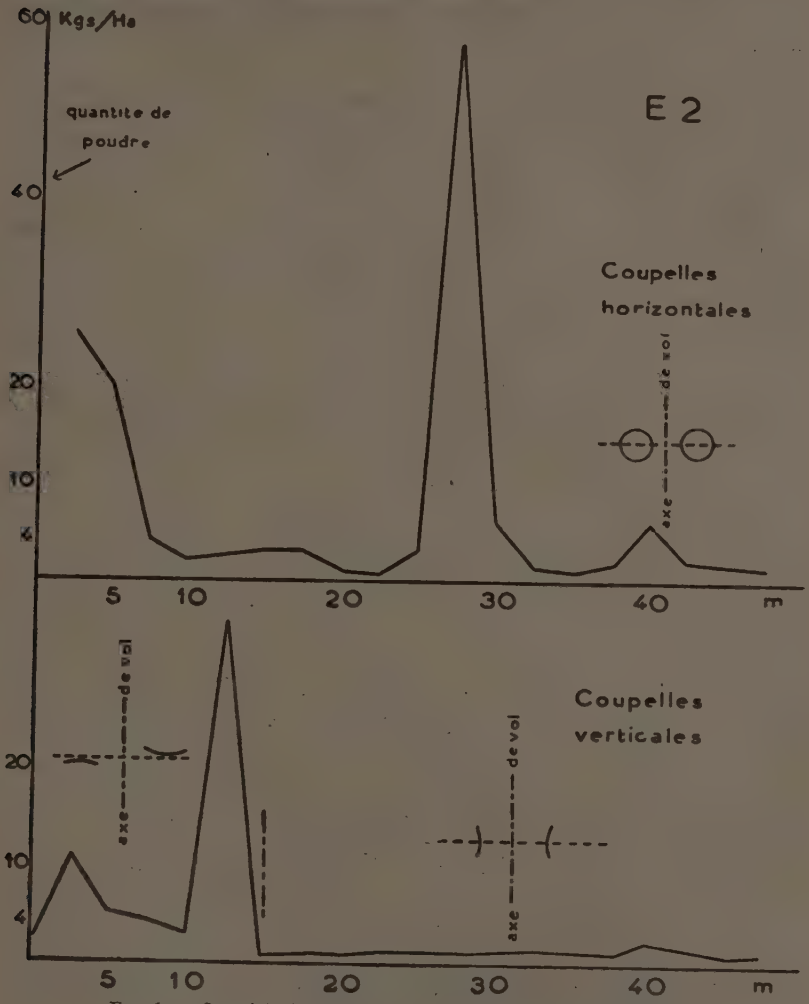


FIG. 6. — Quantités de poudre retrouvées sur des coupelles horizontales et des coupelles verticales diversement orientées dans l'observation E 2.

Observation E1 : La pluie abondante qui est tombée avant même la fin du traitement aérien, semble avoir lessivé le produit insecticide ; l'efficacité a été à peu près nulle. Un second traitement exécuté au moyen d'une poudreuse à dos et de nuit, a eu un bon résultat (70 p. cent d'efficacité). Ce champ est le seul où nous avons constaté une réinfestation massive. Nous l'expliquons :

a) par la présence toute proche d'un champ de Colza traité dans de mauvaises conditions et fortement infesté ;

b) par le fait qu'au moment du second poudrage une partie du champ n'a pu être traitée.

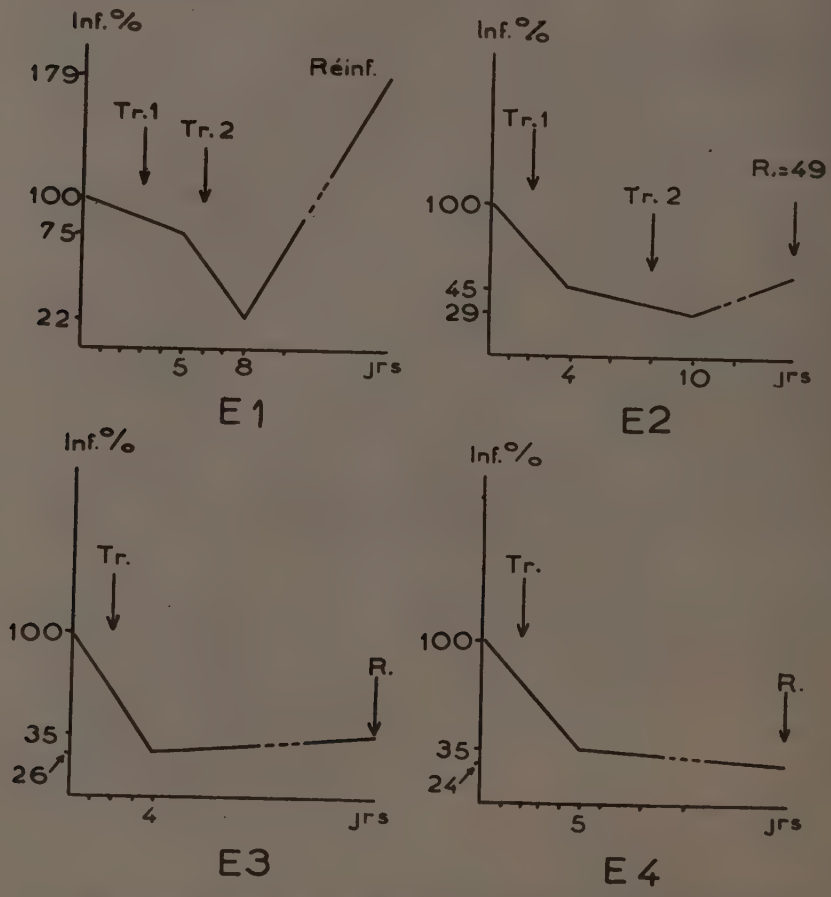


FIG. 7. — Variations des populations de Méligèthes dans les 4 champs observés. Les flèches Tr indiquent les traitements (Tr 2 est un traitement par poudreuse à dos) : les flèches R les taux de réinfestation.

Observation E2 : Quoique correctement exécuté et dans de bonnes conditions, cet essai semble avoir donné des résultats peu satisfaisants (Efficacité : 55 p. cent). On peut noter qu'il a été réalisé par un temps assez froid (14°), ayant pu amener une réduction du nombre de Méligèthes situés sur les inflorescences, donc atteints directement par la poudre. Mais :

Tableau IV

Evolution de la population de méligèthes à la suite de traitements aériens établie en comptant le nombre de méligèthes sur 100 inflorescences.

Observations	E 1						E 2						E 3						E 4					
	T°		Vent force	Nébulosité	Infestation		T°		Vent force	Nébulosité	Infestation		T°		Vent force	Nébulosité	Infestation		T°		Vent force	Nébulosité	Infestation	
	Air	Sol			M / 100 I	Moy	Air	Sol			M / 100 I	Moy	Air	Sol			M / 100 I	Moy	Air	Sol			M / 100 I	Moy
2 jours avant le traitement					10 à 40	21,2					36 à 76	56			nulle	0	45 à 155	84,8			nulle	0	150 à 271	161,5
2 jours après le 1er traitement	20		faible	0	10 à 30	16	25	18	modérée	0	15 à 36	25,3	26	19	nulle	0	8 à 33	22	26	19	nulle	0	135 à 47	56,5
2 jours après le 2me traitement	25	22	faible	0	16 à 8,6	4,8	21	17	faible	0	20 à 33	21,8												
Réinfestation 1 mois après le dernier traitement	18	15	modérée	2	21 à 76,5	38,5	18	15	modérée	2	13 à 30	21,8	19	14,5	faible	0	15 à 75	34,8	19	14,5	faible	0	35 à 43	39,4

a) l'efficacité d'un traitement insecticide effectué de nuit sur la parcelle voisine (E1) ;

b) l'échec d'un second traitement par poudreuse à dos (efficacité : 35 p. cent),

permettent plutôt d'y voir l'influence d'un taux d'infestation très faible (5 Méligèthes pour 10 inflorescences). Bien que le champ soit dans le voisinage d'autres colzas plus ou moins infestés, il y a eu peu de réinfestation.

Observations E3 et E4 : Dans ces deux champs, un seul traitement insecticide a amené une mortalité de l'ordre de 65 p. cent, que nous avons jugée suffisante, étant donné le faible taux de réinfestation constaté un mois plus tard.

V. — CONCLUSIONS

Le traitement aérien, par sa rapidité d'exécution et l'absence de dégâts aux cultures, offre une solution élégante au problème posé par la lutte contre le Méligèthe du Colza. La présence de lignes électriques ou de lignes d'arbres en bordure des champs entraînent des risques pour les pilotes et diminuent la qualité du traitement.

Dans quatre traitements que nous avons observés et contrôlés, nous avons retrouvé les caractéristiques mises en évidence par l'étude de RAUCOURT, VIEL et CHEVREL, réalisée dans des conditions plus théoriques.

Pour des taux d'épandage voisins de 40 kg par ha, les quantités de poudre déposées au niveau des plantes ont varié de 0,6 kg à 57 kg par ha, les chiffres retrouvés sous les trajectoires des avions étant compris le plus souvent entre 10 et 40 kg, tandis que dans les zones intermédiaires on ne retrouvait le plus souvent que 1 à 2 kg de poudre.

La majeure partie de la poudre est perdue pour le traitement : les quantités moyennes retrouvées ont été de 5,6 à 7 kg, ce qui donne des rendements de 14 à 17,5 p. cent.

La poudre entraînée loin des champs traités a donné, à 100 m de la lisière de ceux-ci, des dépôts évalués à 0,2-0,6 kg par ha, soit 20 à 60 mg de poudre par m_2, ou 1 à 3 mg d'H. C. H. par m_2.

Les efficacités de ces poudrages aériens évalués par les variations des populations d'insectes, paraissent médiocres : 55 à 65 p. cent dans les 3 meilleurs cas ; elles ont cependant suffi à empêcher une réinfestation notable jusqu'à la récolte.

Nous estimons que, dans les conditions agricoles où nos observations ont été faites, un épandage effectif de 7 kg par ha de poudre à 5 p. cent d'H. C. H. technique suffirait à assurer une efficacité suffisante.

Reçu pour publication le 10 juillet 1952.

LA POLYEDRIE DE THAUMETOPOEA PITYOCAMPA

PAR

C. VAGO

Laboratoire de Pathologie des Insectes de la Station de Recherches Séricicoles, Alès (Gard)

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

Pathologie externe de l'insecte atteint.

Anatomie pathologique de l'insecte atteint.

Histologie et cytologie de l'insecte atteint.

Transmission expérimentale :

a) par inoculation,
b) par ingestion.

Etiologie.

Résistance de la matière infectieuse.

Prédisposition, complications chez l'insecte atteint.

Spécificité de la virulence.

Caractères des épizooties et remarques d'ordre économique sur celles-ci.

Conclusions.

INTRODUCTION

Bien que les chenilles de la Processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF) constituent des populations souvent très denses dans les forêts de pins et qu'elles soient continuellement en contact les unes avec les autres, elles ne sont que rarement sujettes aux maladies. Leur nid ne contient en général, en dehors des exuvies, que les cadavres d'individus parasités par des Tachinaires. Toutefois, DUFRENOY a signalé en 1919 (6), d'une part, une infection à Streptocoques et une maladie à bactéries caractérisées grosso modo comme *Bacterium pityocampae*, d'autre part, une mycose à *Beauveria globulifera* et une à *Spicaria* (7). MASERA (11) mentionne également une infection à *Beauveria globulifera*.

Cependant, en février 1951, nous avons constaté parmi les larves de ce Lépidoptère provenant des Sables d'Olonne (Vendée) et envoyées pour le diagnostic pathologique par P. GRISON et E. BILIOTTI (Station Centrale de Zoologie Agricole, Versailles), que certaines d'entre-elles montraient des symptômes pathologiques différents des cas signalés ci-dessus et que nous avons parfois retrouvés.

Les examens pathologiques ont abouti en effet à la mise en évidence d'une maladie à ultravirus du type « polyèdrie » chez les larves de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF, maladie que nous étudierons ici en détails.

PATHOLOGIE EXTERNE DE L'INSECTE ATTEINT

Ce n'est que quelques jours avant la mort, que la maladie devient réellement apparente ; cependant, la comparaison d'un grand nombre de chenilles des 5e et 6estades (voir tableau nº I) a permis d'observer une augmentation d'agilité caractérisant celles déjà atteintes. Ces chenilles se déplacent de préférence sur la surface extérieure des nids.

TABLEAU I.

Mortalité due à la polyédrie.

S = chenilles agiles à la surface des nids.
I = chenilles à l'intérieur du nid.

Mortalité	Nid nº 1		Nid nº 2		Nid nº 3		Nid nº 4		Nid nº 5	
	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
Délais	20 ch	14 ch	10 ch	40 ch	45 ch	61 ch	11 ch	20 ch	7 ch	20 ch
1re observation	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 jours.										
2me observation	—	—	—	—	3	—	1	—	1	—
7 jours.										
3me observation	12	—	4	—	1	—	1	—	1	—
7 jours.										
4me observation	6	2	3	—	28	1	2	—	2	—
7 jours.										
5me observation	—	—	3	1	7	1	1	—	—	—

Le développement de la maladie provoque par la suite un arrêt brusque de cette agilité. Les chenilles s'immobilisent, un relâchement musculaire se produit entraînant la mort. Les cadavres sont retenus par un obstacle quelconque ou, le plus souvent supendus par les fausses pattes qui sont cramponnées mécaniquement à la surface du nid ou des branches. Malgré une liquéfaction intense, la peau reste résistante et entière, même à un stade avancé de la décomposition. Dans un microclimat avec hygro-

mètrie inférieure à 50-60 p. cent, la liquéfaction est moins prononcée et les cadavres conservent la forme originale des chenilles. (Fig. 1).

Leur couleur se modifie parallèlement. La mélanisation qui est dans de nombreuses affections d'Insectes un phénomène *post mortem* apparaît déjà au dernier stade.

FIG. 1. — Cadavre d'une chenille de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. Atteinte de la polyédrie, en position typique.

Ces symptômes permettent d'établir une analogie avec deux groupes de maladies de Lépidoptères, l'un désigné sous le nom de « Flacherie » (2,13), l'autre réunissant un certain nombre d'affections appelées « wilt » (5, 14).

ANATOMIE PATHOLOGIQUE DE L'INSECTE ATTEINT

Aux premiers signes pathologiques, les altérations anatomiques dans les organes ne sont pas encore visibles. Par contre, ces dernières

dépassent beaucoup par la suite, dans leur rapidité de développement, les symptômes extérieurs. Non seulement, une lyse partielle du tissu adipeux est observable, mais une viscosité des parois intestinales (surtout du meso-intestin), apparaît dès avant la mort. L'hémolymphe devient un peu trouble. Contrairement à de nombreuses polyédries, il y a dans cette affection, une résorption très prononcée du sang et non une turgescence de celui-ci.

Au moment de la mort, (moment où la maladie est la plus caractéristique), l'intérieur est constitué par un liquide épais, de couleur claire. Les tissus adipeux lysés adhèrent au tube digestif dont il n'est presque pas possible de les séparer. Toutefois, la paroi intestinale, malgré l'attaque des microbes saprophytes est capable d'empêcher le mélange du liquide de la cavité générale avec celui du tube digestif. Ni le liquide de la cavité générale contenant les tissus lysés, ni les cadavres en voie de décomposition, ne dégagent une odeur caractéristique.

HISTOLOGIE ET CYTOLOGIE DE L'INSECTE ATTEINT

Plusieurs organes qui macroscopiquement semblent intacts sont altérés profondément, notamment les tissus adipeux et péritrachéaux ainsi que les cellules sanguines montrent une hypertrophie cellulaire qui n'est pas suivie obligatoirement d'une déformation du noyau, mais toujours d'une hypertrophie très forte de ce dernier. Une déformation s'observe surtout dans les macro et micronucléocytes où, parallèlement avec l'hypertrophie nucléaire, les détails du système chromatinien visibles dans les cellules normales (en colorant suivant la méthode MAY-GRUNWALD-GIEMSA) s'effacent. En effet, nous obtenons dans les cellules atteintes, une coloration irrégulièrement tachetée de tout l'intérieur du noyau. D'importantes altérations précèdant même l'apparition des corps d'inclusions (voir plus loin) sont à constater dans les mitochondries. Celles-ci consistent en la dislocation de ces éléments et ne peuvent être mises en évidence que par des techniques spéciales (p. ex. Formol-Kull). (Fig. 2).

Les éléments cyto-pathologiques les plus caractéristiques sont les parties incolores accumulées à la limite du noyau et du protoplasme des cellules atteintes. On distingue ici, la présence de corps polyèdriques à angles plus ou moins prononcés. Dans les cellules très atteintes, ils existent en grand nombre, non seulement dans les noyaux, mais aussi dans le protoplasme, et ils remplissent souvent ces derniers entièrement. Nous soulignons que contrairement à ce qui se passe dans la majorité des polyèdries, l'hémolymphe dans ce cas n'est pas rempli de polyèdres libres, il est même rare d'en trouver dans le sang de chenilles vivantes qui cependant, en contiennent beaucoup dans le tissu adipeux.

Les polyèdres ont une forme hexagonale comparable à celle des polyèdres de *Bombyx mori* L. ou de *Porthetria dispar* L. (9, 12). Leur

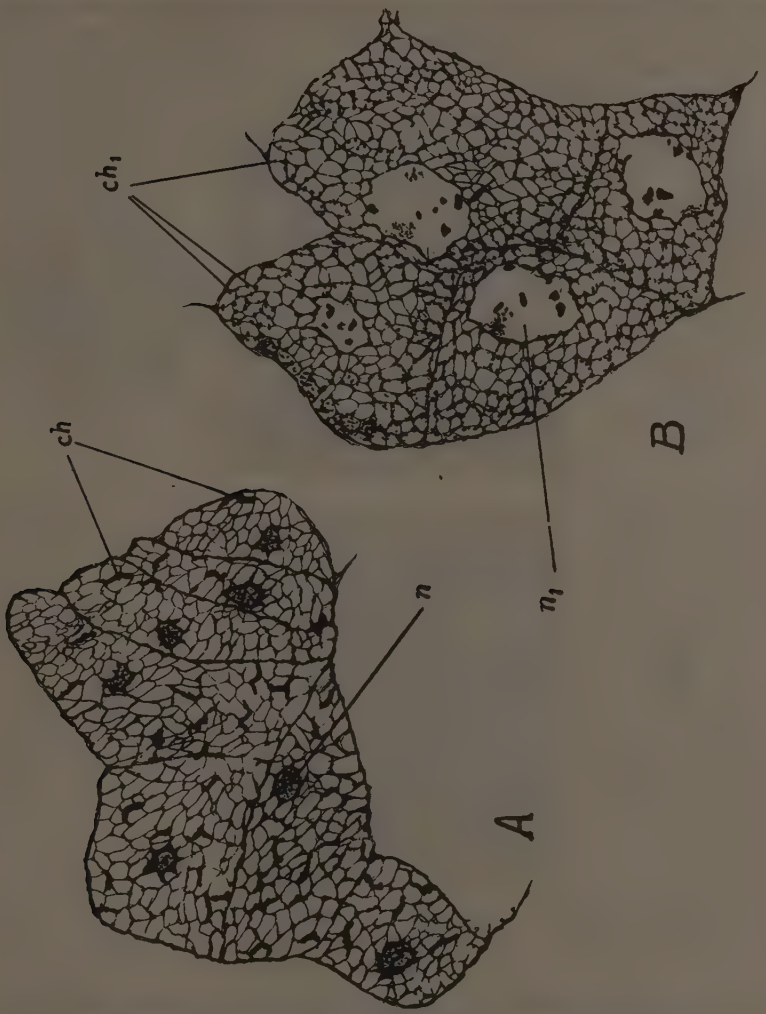


FIG. 2. — Tissus adipeux d'une chenille (5e âge) de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. Saine (A) et atteinte de la polyédrie (B) stade avant la formation des corps d'inclusions. Prép. Formol salé-Kull.

n = noyaux. — n_1 = noyaux hypertrophiés. — ch = chondriome. — ch_1 = chondriome fragmenté.

taille moyenne est (1-3 μ) inférieure à celle des polyèdres de ces dernières affections, mais l'irrégularité de la taille est très fréquente. On observe des exemplaires géants atteignant trois à quatre fois la taille habituelle.

Nous soulignons l'observation de chenilles contenant uniquement des polyèdres petits à taille homogène, d'autres aux polyèdres de taille très variée avec plusieurs exemplaires géants. En examinant un grand nombre de chenilles malades provenant d'endroits divers, ou récoltées, élevées, infectées dans différentes conditions, nous avons constaté que dans cer-

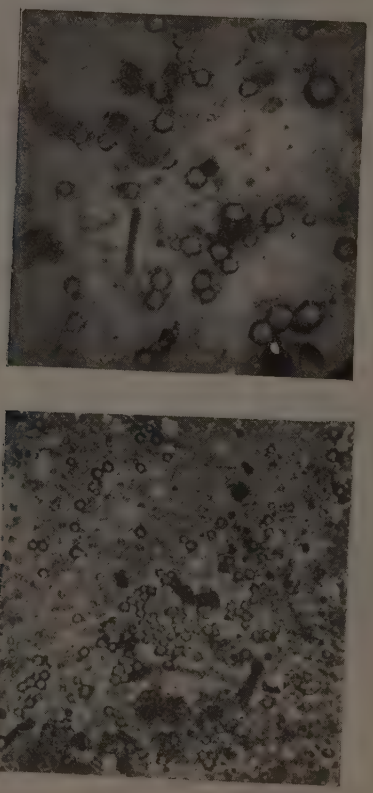


FIG. 3. — Corps d'inclusion de la polyédrie de *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. A : macrotype. — B : microtype. — Col. : Bleu Victoria. —1 : 800. (ph RITTER VAGO).

tains lots malades tous les individus contiennent uniquement des polyèdres petits à taille homogène, tandis que dans d'autres, les polyèdres ont des tailles grandes et variées. (Fig. 3).

Nous voyons sur un graphique (Fig. 4) résumant nos observations quantitatives que cette distinction en « foyers » aux polyèdres « microtypes » et en « foyers » aux polyèdres « macrotypes » est assez régulière et que le petite nombre des cas intermédiaires laisse apparaître une tendance nette du groupement vers ces deux types.

Les polyèdres résistent aux couleurs anilines mais ils prennent l'acide picrique. Les colorants à pH élevé les colorent irrégulièrement.

Le Bleu Victoria accentue fortement les contours, mais la perte de l'intensité de coloration est bien plus rapide (au bout de 48-60 heures à

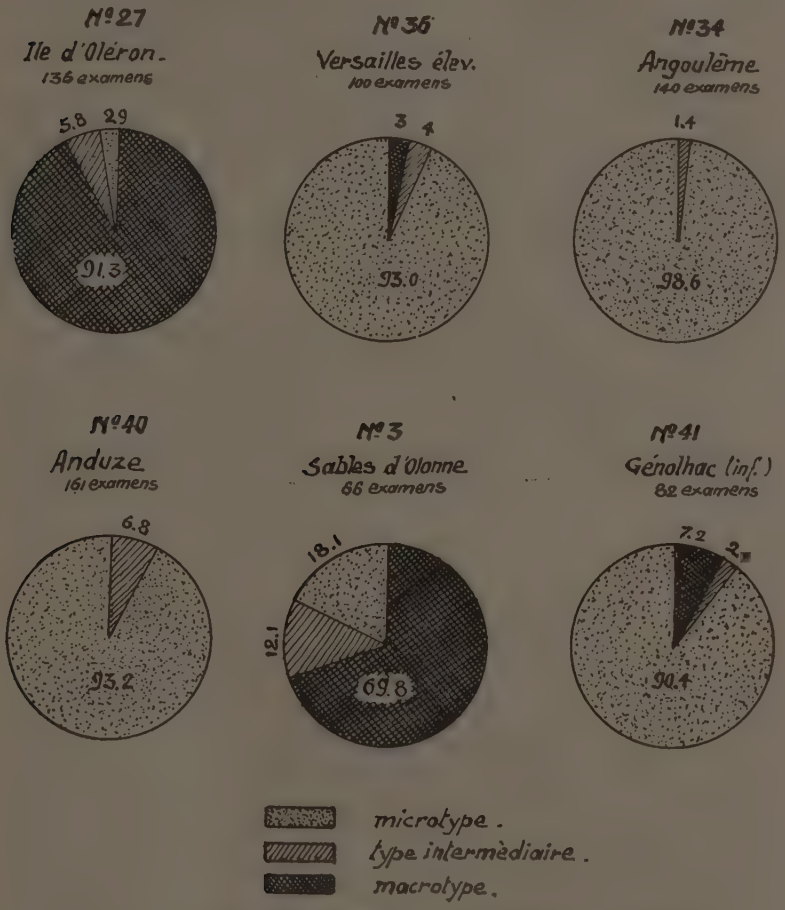


FIG. 4. — Répartition en pourcentage des chenilles atteintes de la polyédrie selon les types des corps d'inclusion.
(Les lots nº 3, 34, 26 proviennent de la Stat. Cent. de Zool.Agr. de Versailles.)

22-24° C.) que dans la grasserie (17). Une coloration à l'hématoxyline ferrique pendant un temps au moins aussi long qu'un mordançage préalable dans l'Alun de Fer 3 p. cent, colore les polyèdres, même à leur intérieur. La couleur noire est cependant toujours plus accentuée vers la périphérie.

La quantité de polyèdres dans les individus malades ou morts est très variable. Certaines chenilles mortes ne contiennent que de très rares polyèdres difficiles à déceler, tandis que d'autres en sont bourrées.

Les chrysalides provenant des lots décimés ne contiennent pas de polyèdres visibles au microscope. Nous n'avons pas réussi non plus à démontrer la présence de ces éléments dans les papillons. Cependant des corps amorphes ont été remarqués, ayant la même réfraction de lumière que les polyèdres et ayant une réaction positive avec l'acide picrique.

L'obtention de polyèdres purifiés rencontre de plus grandes difficultés que chez la polyèdrie du *Bombyx mori*. En effet, la diminution de quantité d'hémolymphe signalée plus haut ne permet pas d'utiliser ce liquide comme matériel de départ. La meilleure méthode consiste à prélever le tissu adipeux avec les trachées. Le broyat est alors dilué dans l'eau et sédimenté 5-6 fois d'abord par gravitation, ensuite par centrifugations (3 000 T.M.) successives.

La forme des polyèdres résiste longtemps à la décomposition. Les altérations survenues dépendent du mode de décomposition des cadavres. Ainsi, la décomposition en humidité élevée raccourcit considérablement la résistance tandis qu'un dessèchement rapide des cadavres assure une bonne conservation morphologique. Nous constatons que les cadavres des chenilles récoltées au moment de la mort et subissant une décomposition de quelques jours au cours du transport sont toujours aptes pour l'établissement du diagnostic de cette polyèdrie (comparer ces résultats avec ceux obtenus sur la grasserie de *Bombyx mori* L. (16)).

TRANSMISSION EXPÉRIMENTALE

A. **Par inoculation.** — L'inoculation de l'hémolymphe dans la cavité générale d'individus sains du 4^{e} — 5^{e} stade reproduit ces symptômes macroscopiques et microscopiques. La résorption de l'hémolymphe rendant difficile l'obtention d'une quantité suffisante pour les inoculations, il est nécessaire de préparer une suspension de fragments de tissu adipeux, dans l'eau physiologique de RINGER. Le taux de virulence pouvant déclencher la maladie chez une chenille du 5^{e} stade peut être évalué à 1mm^{3} de cette suspension avec proportions a : a des deux composants.

La durée de l'incubation après l'infection dans les conditions expérimentales même les plus favorables pour la pathogénèse des polyèdries en général (humidité : 90-95 p. cent, température : 25°C., circulation d'air ralentie) est extrêmement variable. Il est très rare que les symptômes caractéristiques apparaissent avant 10 jours. La maladie peut se maintenir également à l'état latent pour ne se manifester qu'au dernier âge. Malgré ces grandes variations, le fait d'avoir obtenu dans le lot inoculé comportant 200 individus au 4^{e} âge, une mortalité par la polyè-

drie de l'ordre de 56 p. cent contre 0 p. cent dans le lot témoin, permet d'apprécier sa nature infectieuse (nous soulignons en outre une mortalité due à des parasites (Diptères) d'environ 12 p. cent dans les deux lots).

La transmission par blessures externes de l'épiderme donne des résultats analogues avec pourcentage de réussite plus réduit (20-34 p. cent).

Les corps polyèdriques reconnus dans d'autres polyèdries comme porteurs d'éléments d'ultravirus, ont été examinés quant à leur pouvoir infectieux sur 110 individus du 4e âge. Ces essais montrent que la suspension des polyèdres purifiés par centrifugations alternatives, inoculée dans la cavité générale reproduit la maladie. La tendance à de longues périodes d'incubation ainsi qu'à la latence est très apparente.

B. **Par ingestion.** — Nos essais portent sur 800 chenilles du 3e âge en provenance des départements de l'Hérault et du Gard. L'infection est faite par aspersion de la matière infectieuse, sur les branches de pin enfermées dans les cages. Comme matière infectieuse, on a employé la même suspension que pour les essais d'inoculation. Les résultats concernant 10 lots typiques sont donnés dans le tableau II.

TABLEAU II.

Contamination per os (*Hyg.* 60-66 *p. cent, t.* 18-20°*C.*).

N° du lot	Nombre d'individus infectés per os	Mortalité due à la polyèdrie dans divers délais après l'infection						Mortalité due à d'autres causes	Transformation en chrysalide
		8 jours	8-14 jours	14-21 jours	21-28 jours	28-35 jours	35-42 jours		
10	40	0	1	8	4	1	14	8	4
14	55	0	0	7	0	31	0	7	10
15	52	0	16	29	1	0	1	3	2
5	10	0	0	0	0	3	0	1	5
4	31	1	14	9	3	1	0	2	1
23	67	6	24	10	14	0	2	1	4
6	10	0	0	4	0	0	0	2	4
7	16	0	3	1	0	0	4	3	5
18	38	0	1	10	0	0	2	3	22
19	39	0	1	7	4	2	6	4	15
AT.	Témoin 52, dont 0 infectés	0	0	0	0	0	0	7	45

L'infection *per os* déclenche l'apparition de la polyèdrie avec une mortalité moyenne de 48 p. cent dans les lots infectés (très grandes variations

selon les lots) contre 0 p. cent dans les lots témoins. Il y a lieu de distinguer deux types d'apparition :

a) Type primaire et massif se manifestant après une période de 12 à 20 jours d'incubation dans les conditions atmosphériques où sont réalisés les essais. (Voir tableau nº 11. Lots nº 15, 4, 23.).

b) Type montrant une tendance prononcée à la latence. (Voir tableau nº 11. Lots nº 10, 14, 5, 6, 7, 18, 19).

ÉTIOLOGIE

Tenant compte de nos conceptions actuelles fondées sur l'étiologie d'un grand nombre de polyèdries étudiées (4, 3, 12, 14, 8, 9), nous avons recherché l'origine de la maladie suivant les méthodes virologiques.

Les filtrats du broyat de chenilles très malades, à travers les bougies Chamberland, L2 et L3 inoculés dans la cavité générale, ont reproduit la maladie dans 35 p. cent des individus infectés. La durée d'incubation est encore plus variable dans le cas de la transmission directe de l'hémolymphe ou de la suspension des fragments de tissus.

En effectuant des inoculations comparables aux précédentes, mais avec filtrats à travers les bougies Chamberland moins perméables (L5), nous constatons une brusque diminution de mortalité. Les filtrats à travers L7, ne reproduisent plus l'affection.

Dans ces essais, nous devons tenir compte du fait observé dans plusieurs polyèdries, à savoir que beaucoup d'éléments virulents sont arrêtés ou absorbés au cours de leur passage à travers les bougies, même si les pores sont gros comme chez L2 et L3.

Malgré ceci, la reproduction de la maladie par les filtrats à raison de 35 p. cent dans les lots infectés contre la non apparition de cette affection dans les lots témoins, prouve que l'agent pathogène est bien un ultravirus à taille comparable à celle des virus d'autres polyèdries. Nous proposons pour ce virus, conformément à la nouvelle nomenclature des viroses (15) la dénomination *Borrelina pityocampae* n. sp.

La mise en évidence des ultravirus avec précision sur leur taille a été faite par examen au microscope électronique dont les détails seront communiqués ultérieurement.

RÉSISTANCE DE LA MATIÈRE INFECTIEUSE

Les polyèdres sont insolubles dans l'eau distillée, même chaude. Ils sont solubles après gonflement préalable, dans les solutions à pH élevés (à partir de 9). Les pH très bas ont également un effet désintégrant mais moins prononcé que l'alcalinité. La matière contagieuse

obtenue en broyant des chenilles atteintes et en filtrant la suspension sur papier filtre, perd sa virulence après un séjour d'une demi-heure à 60°C. Les essais d'infection avec une matière infectieuse desséchée et maintenue dans l'obscurité pendant 2 ans à une température de 20°C., ont donné des résultats aussi positifs qu'au moment du dessèchement. Les mêmes suspensions ont été lyophilisées et maintenues en ampoules scellées. Les premières infections avec la matière lyophilisée ont démontré la résistance des virus vis-à-vis de ce traitement. Des essais de contamination seront continués pendant plusieurs années successives, afin de tracer la courbe de virulence (en collaboration avec P. HAUDUROY).

Les virus contenus dans les polyèdres, ne conservent leur virulence que pendant 16 jours dans une solution d'acide phénique à 6 p. cent. L'alcool 95° les tue dans 12 à 30 minutes. Très efficaces sont les traitements combinés. Ainsi, au cours d'un traitement avec une solution à 1 p. cent de KOH suivie d'une solution à 1 p. cent de permanganate de potasse, les polyèdres étant dissous par la première solution, la destruction est instantanément achevée par la deuxième très active vis-à-vis des virus eux-mêmes.

La conservation de virulence des cadavres entiers desséchés est également considérable, elle n'a pas varié pendant deux ans dans les cadavres conservés à l'abri du soleil. La conservation au soleil est très irrégulière : une inactivation a été constatée dans certains cas au cours d'une exposition pendant 7 heures. Dans d'autres cas, la virulence s'est maintenue même après plusieurs jours.

PRÉDISPOSITION, COMPLICATIONS CHEZ L'INSECTE ATTEINT

Afin de déceler l'influence des facteurs atmosphériques sur le développement de la maladie, des essais d'infection ont été faits dans une pièce entièrement climatisée avec variations de la température (T), de l'hygromètrie (H) et de la vitesse de passage de l'air (V). Ils comprennent en tout environ 400 chenilles de 2^{e} et 3^{e} âges et infectées « per os ». Dans le graphique (Fig. 5) nous illustrons à titre d'exemple l'effet favorisant de l'humidité et la température élevées et du manque de circulation d'air, ainsi que l'effet synergétique de ces facteurs. (Observations tous les deux jours).

Signalons que les facteurs favorisant cette maladie ne semblent pas être spécifiques. En effet, tout changement dans le milieu, la nourriture, l'emplacement, est susceptible de favoriser le passage en état aigu de l'infection latente. Ainsi, par exemple, le simple fait d'avoir mis « en élevage » des chenilles récoltées dans un terrain infecté a suffit dans beaucoup des envois, pour déclencher une mortalité importante et échelonnée.

La mort des chenilles n'est pas toujours due à l'action du virus. Nous avons notamment observé plusieurs où cas cette polyèdrie était peu

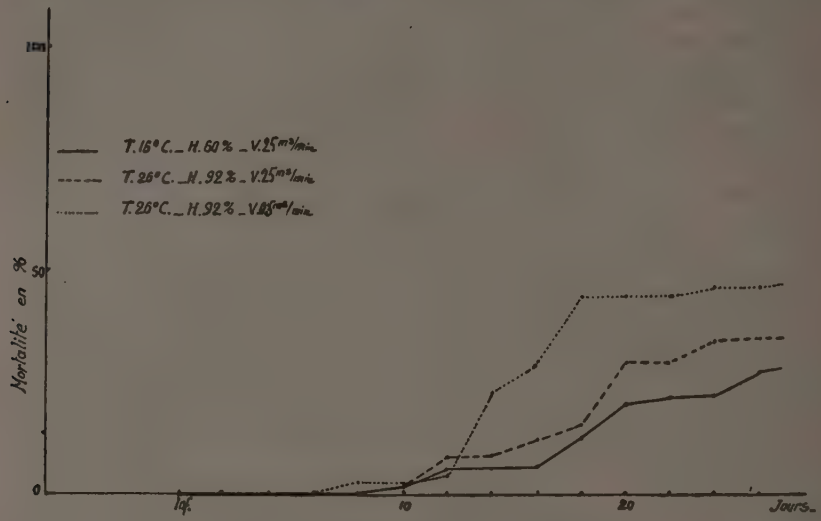


Fig. 5. — Courbes de mortalité due à la polyédrie.
Pourcentage moyen de 12 lots de chaque catégorie.

avancée mais où l'affaiblissement dû à cette affection latente a favorisé l'apparition d'une septicémie mortelle en 12 heures.

SPÉCIFICITÉ DE LA VIRULENCE

La spécificité des viroses d'insectes étant souvent discutée, nous avons effectué des essais de transmission de cette polyèdrie à d'autres Lépidoptères dont : *Bombyx mori* L., *Porthetria dispar* L. *Pieris brassicae* L. et *Deilephila euphorbiae* L., en opérant par injections et sur lots de 30 individus.

Les inoculations n'ont pas reproduit cette polyèdrie chez les diverses espèces examinées. De plus, l'hémolymphe des individus inoculés avec une forte dose de matière virulente, réinoculée après 10 jours d'incubation, dans les larves de *Thaumetopoea pityocampa* n'a pas déclenché non plus la maladie chez l'hôte d'origine.

CARACTÈRES DES ÉPIZOOTIES ET REMARQUES D'ORDRE ÉCONOMIQUE SUR CELLES-CI

Nous ne développons pas ces points dans le cadre de cette note, car une étude détaillée s'échelonnant sur plusieurs années, et portant sur la

fluctuation de l'intensité de cette maladie dans une population de Processionnaires du pin est en cours en collaboration avec la Station Centrale de Zoologie Agricole, dans le cadre des études organisées par P. GRISON et E. BILIOTTI. Les mêmes recherches prévoient la détermination du rôle de cette polyèdrie dans la régression, pour une région donnée des populations de Processionnaires du pin. Précisons seulement la tendance très nette de la maladie vers une enzootie ou une épizootie, ces dernières rendant souvent impossible l'élevage des chenilles et détruisant dans la nature, autour du foyer d'apparition, de grands nombres de nids entiers. L'épizootie et l'enzootie semblent intervenir comme facteurs d'équilibre dans les populations de cet Insecte.

CONCLUSIONS

La Processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF *Lepidoptera*) est sujette à une maladie constituant des foyers dans plusieurs régions de France. L'affection se manifeste d'abord par une agilité accrue des chenilles, puis par les symptômes des Flacheries et des Wilt.

L'origine à ultravirus de la maladie a été établie. Les corps d'inclusions sont du type polyèdrique ce qui permet de classer l'ultravirus comme *Borrelina pityocampae* n. sp.

Les recherches histopathologiques ont montré les altérations cellulaires et tissulaires spécifiques et ont permis de suivre le développement des corps d'inclusions. Les foyers d'infection, se distinguent du point de vue des corps d'inclusions en macro et microtypes.

La maladie a été reproduite aussi bien par inoculation que *per os*. Les phénomènes de latence sont très prononcés. L'agent pathogène semble être adapté à l'espèce *Thaumetopoea pityocampa*. La synergie de certains facteurs atmosphériques est susceptible de favoriser le passage de la virose latente en maladie aiguë.

Les ultravirus, et surtout ceux protégés par les corps d'inclusions se sont montrés très résistants à la décomposition, au dessèchement, à certains produits chimiques et ils supportent la lyophilisation.

La maladie déclenche souvent des complications rapidement mortelles dues aux microbes de sortie.

Cette virose a une tendance nette vers l'enzootie ou l'épizootie ce qui a entraîné la mise en route, en collaboration avec la Station Centrale de Zoologie Agricole de Versailles, de l'étude de son rôle dans l'équilibre naturel de son hôte.

Reçu pour publication le 19 *mars* 1953.

BIBLIOGRAPHIE

(1) ACQUA (C.). — Ricerche sulla malattia del giallume del Baco da seta. *Rend. Inst. Bact. Scuola Super. Agr. Portici*, **3**, p. 243, 1918-19.
(2) AOKI (K.) et CHIGASAKI (J.). — Uber die Pathogenität der sog. Sotto Bazillen bei Seidenraupen. *Mitteil, Mediz. Fak. Kais. Univ. Tokyo.* **13**, p. 3, 1915.
(3) BLACH (R. F.) et BIRD (F. T.). — Disease of the European spruce sawfly *Gilpina hercyniae* HTG and its place in natural control. *Sci. Agr.* **25**, 65-80, 1944.
(4) BLANCHARD (R. A.) et CONGER (C. B.). — Notes on *Prodenia praefica* Grote. *J. Econ. Ent.* **25**, p. 1005, 1932.
(5) CHAPMAN (J. W.) et GLASER (R. W.). — A preliminary list of insectsr which have wilt. *J. Econ. Ent.*, **81**, p. 140, 1915.
(6) DUFRENOY (J.). — Sur les maladies parasitaires des chenilles de Processionnaires du pin d'Arcachon. *C. R. Acad. Sc.*, 1919, **168**, p. 1345.
(7) DUFRENOY (J.). — Les formes de dégénérescence des chenilles de *Cnethocampa* parasitées. *C. R. Soc. Biol.*, **82**, p. 288, 1919.
(8) ESCHERICH (K.). — et MIJAJIMA (M.). — Studien über die Wipfelkrankheit der Nonne. *Naturwiss. Z. Forst. Landw.*, **9**, p. 381, 1911.
(9) GLASER (R. W.) et CHAPMAN (J.W.). — The wilt disease of gypsy moth caterpillar. *J. Econ. Entomol.* **6**, p. 479, 1913.
(10) HAYASHI (D.) et SAKO (W.). — Recherches sur la grasserie des Vers à soie. *Moniteur des Soies*, Lyon, **40**, 1913.
(11) MASERA (E.). — La *Beauveria globulifera* (SPEG), PICARD, parasité del *Bombyx mori* L. *Ann. R. Staz. Sper. Padova*, **48**, p. 11, 1935.
(12) PAILLOT (A.). — Sur l'étiologie et l'épidémiologie de la grasserie du Ver à Soie. *C.R. Acad. Sc.*, **179**, p. 229, 1924.
(13) PAILLOT (A.). — Les travaux de Pasteur sur la flacherie et les théories modernes sur la pathologie du tube intestinal du Bombyx du mûrier. *Ann. Epiph.*, **7**, p. 102, 1941.
(14) STEINHAUS (E. A.) et THOMPSON (C. G.). — Preliminary field test using a polyhedrosis virus in the control of the alfalfa caterpillar. *J. Econ. Entomol.*, **42**, 301-5, 1949.
(15) STEINHAUS (E. A.). — Nomenclature and classification of insect viruses *Bact. Reviews*, **13**, p. 210, 1949.
(16) VAGO (C.). — Les possibilités de diagnostic de la polyédrie dans les cadavres de *Bombyx mori* L. en voie de décomposition. *Mikroskopie*, **6**, p. 291, 1951.
(17) VAGO (C.). — Emploi du Bleu Victoria pour la mise en évidence des polyédries dans les maladies à ultravirus d'insectes. *Bull. de Microscopie, Paris*, **2**, p. 21, 1952.
(18) WILDERMINTH (V. L.). — The alfalfa caterpillar. *U.S.D.A. Bull.*, **124**, p. 40, 1914.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES ÉMISSIONS ACOUSTIQUES DES ORTHOPTÈRES

1er Mémoire

RECHERCHES SUR LES SPECTRES DE FRÉQUENCE ET SUR LES INTENSITÉS

PAR

Mme M. C. BUSNEL

Laboratoire de Physiologie Acoustique de l'I.N.R.A.
Jouy-en-Josas (Seine-et-Oise)

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.

II. — Historique.

III. — Insectes étudiés et lieux de travail.

IV. — Techniques utilisées.

V. — Résultats

I. — Acridiens.
II. — Tettigonides.
III. — Ephippigères.
IV. — Gryllides.

VI. — Conclusions.

INTRODUCTION [1]

L'émission de sons par les Orthoptères a attiré depuis longtemps l'attention des entomologistes ; la connaissance des liens pouvant exister entre ces émissions et le comportement des espèces les effectuant demeure

[1] Ce travail a fait l'objet d'un Diplôme d'Etudes Supérieures soutenu à la Faculté des Sciences de Paris devant MM. les Professeurs P.P. Grassé, A. Monnier et Mademoiselle Cousin, le 1er décembre 1952.

Nous tenons à rendre un hommage de gratitude aux personnes nous ayant facilité le travail entomologique ou physique sur le terrain et au laboratoire. Ce sont : MM. R.-G. Busnel, Directeur du Laboratoire de Physiologie Acoustique de l'I. N. R. A. ; F. Canac, Directeur du Centre National de Recherches Scientifiques, Industrielles et Maritimes de Marseille ; P. Chavasse, Directeur du Département d'Acoustique du Centre National d'Etudes des Télécommunications (C. N. E. T.) ; R. Delmas, Professeur à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier ; P. Grassé Professeur à la Sorbonne ; MM. R. Lehman, R. Fromentin, L. Pimonov et S. Brieu, du C. N. E. T., MM. Degrois et F. Pasquinelly, du Laboratoire de Physiologie Acoustique de l'I. N. R. A. ; A. Rambier, du Laboratoire de Zoologie Agricole de Montpellier. P. Gonse ; et B. Trouvelot, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole de l'I.N.R.A.

un sujet plein d'intérêt pour l'avenir ; il est d'autant plus grand que de nombreux Orthoptères ont des rôles très importants en Agriculture, ce qui implique la recherche de précisions sans cesse accrues sur le comportement particulier, sur l'éthologie et l'écologie.

Pour une étude approfondie, ce ne sont pas seulement les sons humainement audibles que nous devions examiner, mais l'ensemble des « émissions acoustiques » produites par les insectes en observation. Avant d'étudier le rôle physiologique possible de ces émissions, il y avait à bien préciser les caractères de celles-ci ; c'est ce que nous nous sommes proposé de réaliser en premier lieu.

Le travail abordé comporte une série de sujets particuliers. Dans le présent mémoire, nous examinerons seulement ce que nous avons acquis en étudiant, sur certains Orthoptères, le spectre des fréquences et l'intensité relative des émissions acoustiques effectuées. L'analyse de la modulation et du rythme, pour les mêmes émissions, est reportée à un second mémoire.

Dès le début de ces travaux, nous nous sommes rendus compte de la présence dans certaines stridulations, d'une bande ultra-sonore ; ceci nous a amené à développer les analyses acoustiques en vue de bien connaître ce domaine qui pouvait présenter un intérêt plus particulier puisqu'on sait, ainsi qu'Autrum l'a établi, que ce sont les fréquences les plus hautes qui semblent, pour certains insectes, provoquer les réactions les plus vives.

L'étude acoustique des émissions sonores des Insectes commence à être abordée depuis quelques années en Amérique et en Europe, en s'appuyant sur les techniques de l'analyse et de la mesure des signaux acoustiques, techniques qui remplacent avantageusement les observations faites jusqu'ici presque exclusivement par l'oreille humaine ; en effet, l'emploi de l'appareil auditif humain a plusieurs inconvénients graves : il limite l'analyse des stridulations des insectes en éliminant le domaine des fréquences supérieures à notre seuil d'audibilité (zone ultrasonore) ; il ne permet pas l'étude de la directivité des sons, de la puissance, de la modulation de ceux-ci ; il introduit parfois certaines erreurs dues aux artefacts de notre ouïe.

Les principales difficultés rencontrées pour adapter les techniques de l'acoustique aux conditions du travail avec les insectes résident d'abord dans les limites des appareils dont on dispose. Ainsi, la fugacité de la stridulation rendait nécessaire un enregistrement précédant toute étude approfondie. C'est ce qu'avaient déjà compris certains auteurs, (Lutz et Regen), qui les premiers avaient enregistré soit sur disques de gramophone, soit sur film, la stridulation du Grillon des champs. Or, si ces études ne furent pas développées, c'est probablement parce que la technique d'enregistrement laissait trop à désirer,

en particulier en ce qui concerne la limite des fréquences enregistrables.

Aux difficultés inhérentes au matériel, et qui ne sont pas encore complètement résolues malgré les progrès récents de l'électro-acoustique, sont venues s'ajouter celles dues aux conditions même de vie des insectes à étudier.

Il était en effet indispensable de faire les premières observations dans la nature, ce qui nécessite le déplacement d'un matériel lourd et important ; de plus, les périodes de travail sur le terrain sont, pour les Orthoptères, limitées pratiquement à deux mois chaque année. Enfin les recherches étaient à compléter sur des insectes gardés en captivité en laboratoire, ce qui posait d'autres problèmes.

Nous avons souligné ces divers aspects des réalisations pour indiquer que de telles recherches font partie intégrante d'un programme d'ensemble, groupant à la fois des moyens de travail importants et des techniciens de plusieurs disciplines. C'est l'avantage que nous avons eu au laboratoire de Physiologie Acoustique de l'Institut National de la Recherche Agronomique, en nous permettant d'avoir les possibilités de travail dans les meilleures conditions, avec les appareils actuellement les plus précis, et le concours permanent d'acousticiens.

II. — HISTORIQUE

Nous rappellerons brièvement l'historique de l'intérêt que les chercheurs ont porté à l'étude de la longueur d'onde des stridulations des Orthoptères.

Si les premières analyses de ce paramètre physique de la stridulation ont bien été entreprises par LUTZ (1930) avec le système Movietone, le problème de la fréquence fut en fait soulevé antérieurement par AUGER et FESSARD (1929) qui, les premiers, et sans connaître les caractères de l'émission, mirent en évidence, par l'étude des potentiel d'action que l'*Acridium aegyptium* FINOT « réagissait » à des sons de fréquence supérieure à 21 000 Hz., atteignant jusqu'à 32 768 Hz. Des recherches de même nature et confirmant ces faits, furent entreprises par WEVER et BRAY (1933) sur *Gryllus assimilis* FABRI, *Amblycorypha oblongifolia* DE GEER, *Pterophylla camellifolia* FABRI, par PUMPHREY et RAWDON-SMITH (1936-1939) sur *Gryllus domesticus* FINOT, et *Locusta migratoria* L., mais surtout par AUTRUM sur un grand nombre d'espèces (1936-1948) *Locusta viridissima* FINOT, *Locusta cantans* FINOT, *Decticus verrucivorus* L., *Conocephalus dorsalis* LATR., puis par BENEDETTI (1950) sur *Locusta viridissima* FINOT, *Sphingonotus coerulans* L., et *Anacridium aegyptium* L.

Ainsi, se trouvait-on en présence d'un paradoxe : la sensibilité acous-

tique de réception des Orthoptères, était connue, sans avoir d'analyses précises sur les possibilités d'émission de ces mêmes insectes.

Si déjà en 1936, AUTRUM avait pu détecter une fréquence de 40 000 Hz., chez deux Coléoptères (*Geotrupes* et *Necrophorus*) aucune analyse de fréquence aussi élevée n'avait été faite pour les Orthoptères, bien que, dans un mémoire de 1940, AUTRUM présumait la présence de fréquences aussi hautes dans la stridulation aiguë des Tettigonides. En fait, ces travaux ne pouvaient se développer que parallèlement au progrès des techniques de mesures physiques.

En 1942, paraissait le travail de GALAMBOS et GRIFFIN sur les émissions ultrasonores de la chauve-souris, attirant l'attention des biologistes sur le domaine du spectre acoustique des cris animaux. Ces observations arrivaient au moment où l'électroacoustique en plein développement permettait d'avoir des appareils d'analyse suffisamment précis et maniables pour s'adapter aux recherches des naturalistes.

C'est peu de temps après la Guerre et d'une manière semble-t-il fortuite que des physiciens américains en train d'effectuer des mesures dans la jungle à Panama (EYRING, 1946) ou à Gamboa (SABY et THORPE, 1946) avec des analyseurs du type *General radio*, détectèrent des fréquences perturbatrices atteignant jusqu'à 25 kHz., qu'ils attribuèrent à des insectes bien qu'ils n'en découvrirent aucun ; en 1947 PIELEMEIER, effectuant des mesures analogues découvrit les responsables perturbateurs des analyses, Orthoptères appartenant aux espèces : *Conophalus fasciatus* DE GEER, *C. gracillimus*, *C. structus*, *Neoconocephalus ensiger* HARRIS, émettant jusqu'à 40 kHz., avec un niveau de 70 db à 30 cm de distance. Il fut le premier à montrer que le spectre comprenait plusieurs composantes et, pour *Nemobius fasciatus* DE GEER, il décrit trois maxima : 8,3 kHz, (61 db) ; 17 kHz., (35 db) ; 28 kKz., (48 db).

Parallèlement, et pendant cette même période, un physicien dont les travaux font autorité en électroacoustique, PIERCE (1938-1949) occupait ses loisirs à faire des mesures sur les stridulations des Orthoptères de son jardin. Il publia ses résultats en 1949, dans un traité intitulé « *Song of Insects* » dans lequel il précise, pour les principales espèces américaines, la fréquence maxima des stridulations.

Ces derniers travaux, entrepris presque uniquement par des physiciens, ne tiennent pas assez compte des facteurs biologiques, et n'analysent pas les chants en rapport avec le comportement de l'insecte, ce qui oblige à revoir plus particulièrement cet aspect du sujet qui n'était pas l'objet fondamental des recherches physiques des auteurs.

De plus, tant sur le plan physique que sur le plan biologique, l'analyse de la fréquence ne peut présenter d'intérêt que dans la mesure où les rapports des fréquences entre elles et l'intensité relative sont précisés. Or, indépendamment de quelques observations de PIELEMEIER

aucun des autres auteurs ne s'est attaché à cette notion. Dans nos travaux, l'emploi d'un type nouveau d'analyseur panoramique, de construction récente ainsi que la mesure systématique des puissances émises, ont permis de combler cette lacune.

Parmi les travaux que nous venons de citer nous reviendrons particulièrement sur ceux de LUTZ, PIELEMEIER et PIERCE. Ces auteurs ont été les premiers à étudier la mécanique de la stridulation, sujet que nous n'aborderons pas dans ce premier travail, mais dont il est nécessaire d'envisager sommairement l'aspect.

LUTZ, sur le *Gryllus assimilis* FABRI. utilisait le système Movietone pour les analyses des chants. Le principe de cette technique est le suivant : un microphone transforme les ondes sonores en énergie électrique. Le courant amplifié passe par une lampe dont l'intensité lumineuse varie avec la tension électrique, elle-même fonction de la fréquence et de l'intensité, et un film sensible déroulé devant la lampe enregistre densigraphiquement les variations. C'est le principe utilisé dans le film parlant. L'inconvénient du système réside dans le fait qu'il n'enregistre que jusqu'à 8 000 Hz. et les fréquences supérieures disparaissent.

D'autre part, avec ce procédé on ne décèle que la fréquence principale, l'allure générale du spectre reste inconnue, sans notion des intensités relatives des diverses composantes. Cette recherche amena cependant des précisions intéressantes sur les espèces telles que : *G. assimilis* FABRI., *G. domesticus* L., *G. campestris* L., *G. sigillatus*, et *Oecanthus latepermus*, BENT.

LUTZ entreprit également l'analyse du mécanisme de la stridulation génératrice de la fréquence de vibration ; il proposa une formule de calcul, qui tient compte de la vitesse de frottement de l'aile et de l'espacement des dents de la rape. Il semble avoir négligé les caractères mécaniques des parties chitineuses qui entrent en vibration, ce que PIELEMEIER et PIERCE envisagèrent plus à fond.

PIELEMEIER étudia ce mécanisme à l'aide de la photo-stroboscopie et effectua de premières mesures sur la fréquence fondamentale du tympan de l'aile vibrante. Il estime à 1/66^{e} de seconde le temps nécessaire pour que, par exemple chez *Nemobius fasciatus* DE GEER, un déplacement d'aile entraîne un passage sur la rape dont 125 dents sur 180 sont efficaces. La fréquence s'établit alors selon la formule :

$$\text{nombre de dents} \times \text{par nombre de passages par seconde} = \text{fréquence}$$
$$\text{ou } 66 \times 125 = 8{,}3\ (10^{3}),\ \text{Hz.} = 8{,}3\ \text{kHz.},$$

résultat qui est très proche des valeurs trouvées par l'analyse spectrale.

Pour les espèces à tympan et les *Tettigonidae* en particulier, le calcul n'est pas valable, car à la fréquence de choc vient s'ajouter la fréquence propre du tympan. Chez *Orchelimum vulgare* HARRIS la fréquence de choc

est de 7,1 kHz., mais l'auteur estima que le tympan pouvait avoir des vibrations libres entre les chocs, multipliant ainsi la fréquence propre par cette périodicité. Le tympan selon les espèces peut faire 8 ou 10 vibrations libres pour chaque choc. Pour *O. vulgare* HARRIS, l'étude de la fréquence du tympan, en lui appliquant la formule de la fréquence fondamentale des membranes de RAYLEIGH, donne la valeur approximative de 14 kHz., valeur qui rejoint celle de l'analyse acoustique.

Toutefois l'étude faite ainsi reste très théorique. En effet les mesures sur la membrane (tension de surface et évaluation de la surface) sont extrêmement délicates ; on ne peut les considérer dans ce cas que réalisées d'une manière très approchée.

La formule de RAYLEIGH ne peut s'appliquer intégralement aux membranes vibrantes de l'appareil sonore des Orthoptères, dont trop d'inconnus nous échappent encore pour obtenir une étude mécanique précise de la valeur de la stridulation.

Le travail de PIERCE se rapproche beaucoup de celui de PIELEMEIER, en particulier par les essais de calcul de la fréquence de vibration, en utilisant la formule de RAYLEIGH.

PIERCE essaya également de déterminer mathématiquement la fréquence acoustique de la stridulation des Acridiens ; en filmant l'émission et en l'analysant image par image il mesure la vitesse de déplacement d'un fémur, qu'il rapporte au nombre de dents fonctionnelles, à l'intervalle entre chaque dent et à l'ampleur du déplacement fémoral pendant sa course. Il applique alors une formule complexe dans laquelle interviennent ces divers facteurs, et qui donne ce qu'il appelle la « fréquence de choc » sur la rape.

Cette fréquence ne représente cependant qu'un aspect partiel du phénomène vibratoire ; car il convient probablement de tenir compte de la vibration propre des différentes parties de l'appareil stridulant, qui multiplient cette vibration de choc par un coefficient, fonction de la mécanique propre aux membranes vibratoires de l'élytre, et dont la connaissance nous échappe actuellement.

Pour ces recherches sur la fréquence d'amplitude maximum de l'émission, PIERCE utilise un appareil, de conception personnelle, qui transforme les vibrations acoustiques en oscillations électriques. Par un système hétérodyne, dont la fréquence porteuse est fixée à 175 kHz., il détecte la fréquence principale du chant, par lecture sur un oscillateur de référence, donnant un battement zéro à la fréquence porteuse. Un contact photophonographique lui permet d'enregistrer le rythme de la stridulation (1).

(1) Depuis le dépôt de ce travail, a paru un mémoire de W. B. BROUGHTON sur la fréquence des stridulations des Orthoptères de Grande-Bretagne, réalisé par analyse de la gravure gramophonique. Il parait peu probable qu'il puisse enregistrer et analyser les fréquences ultrasonores supérieures à 30 kHz; d'autre part, cette technique, comme celle de PIERCE, ne permet pas d'obtenir le spectre complet de l'émission.

***

Parallèlement à ces données modernes qui se rattachent plus spécialement à notre étude, il convient de rappeler celles apportées par les nombreux entomologistes qui, depuis plus d'un siècle, se sont attachés à l'étude du chant des Orthoptères en général ; nous en exposons rapidement les grandes lignes.

Les travaux d'ensemble sur ce sujet groupent les études sur la stridulation en soi, comme phénomène du comportement, les études morphologiques, et les études sur la réception des sons.

Les auteurs qui se sont intéressés à la stridulation *in fine* ont décrit, au cours des 80 dernières années, divers types de chant, types qu'ils ont essayé de caractériser en les rapportant à des notes musicales. Ils se sont cependant rendu compte de l'imperfection de ces comparaisons, et leurs mesures ont surtout porté sur les intervalles entre les chants, le nombre de frottement des ailes ou des pattes par unité de temps ; enfin ils ont précisé les caractères du comportement acoustique. Ce sont principalement ALLARD (1910-1930), REGEN (1912-1920), BAIER (1930), FABER (1929-1932), JACOBS (1950 et 1952), WEIH (1951), et LOTTERMOSER (1952), qui ont apporté les contributions les plus notoires sur les Orthoptères américains pour le premier, sur les formes de l'Europe centrale pour les autres chercheurs. Les résultats de certaines de ces observations et leur interprétation, surtout en ce qui concerne le comportement acoustique, (par exemple FABER a décrit pour *Chorthippus* jusqu'à six types de stridulations, suivant en cela MARTIN qui pour les Abeilles avait décrit 26 « variations du discours »), ont été longtemps l'objet d'une certaine réserve de la part des entomologistes ; ce n'est que récemment que par exemple PUMPHREY (1950) écrivit à ce sujet la phrase suivante : « And, though I was originally sceptical, I am now perfectly satisfied with the general accuracy of his (FABER) description. »

La conclusion générale de tous ces travaux, dont l'analyse détaillée a été faite par CHOPARD dans son traité « *Biologie des Orthoptères* » et dans le chapitre « Orthoptères » du *Traité de Zoologie* de P. GRASSE, peut encore être empruntée à PUMPHREY (1950) et traduite comme suit : « ... J'en conclus que nous avons là (il s'agit de l'émission de sons par les Orthoptères) un langage symbolique qui dépeint des émotions ; symbolique parce que la phase musicale semble à la fois exprimer un état émotif particulier chez le chanteur, et évoquer une émotion complémentaire chez l'auditeur. C'est d'un symbole moins évolué que celui de la parole humaine, mais apparemment très comparable au langage des Mammifères et des Oiseaux. »

Les études morphologiques des appareils de la stridulation sont très

nombreuses ; elles font partie du cadre des techniques habituelles de laboratoire et l'on peut dire qu'actuellement, et au moins pour les Orthoptères européens, on a une bonne connaissance des organes d'émission ; les principaux travaux dans ce domaine sont surtout ceux de SCHWABE (1906), FRIEDRICH (1927-1930) et SLIFER (1935-1936).

Les recherches sur l'audition et le comportement des Orthoptères soumis à des excitations acoustiques sont également nombreuses. Elles ont été très développées entre 1925 et 1950 par les électrophysiologistes que nous avons mentionnés plus haut, et qui, à l'aide de la technique des potentiels d'action, firent des analyses très fines des réactions des Orthoptères aux excitations acoustiques de fréquence et d'intensité connues. A côté de ces recherches analytiques de la voie nerveuse, il convient de mentionner quelques travaux qui ont apporté des preuves du rôle de l'émission dans le comportement LUTZ (1924), FULTON (1928) RAU (1950), JACOBS (1950), WEIH (1951). Le travail le plus classique est celui de REGEN (1913), qui provoqua le déplacement de la femelle du Grillon en lui transmettant par téléphone le signal d'émission du mâle. On trouvera d'ailleurs dans les publications d'AUTRUM et de PUMPHREY (1950) des revues d'ensemble sur ce sujet.

Ce chapitre des recherches sur le comportement des Insectes soumis à des vibrations s'est d'ailleurs enrichi récemment des belles expériences de KAHN et OFFENHAUSER (1944), confirmées par ROTH (1948) qui, chez certains Moustiques (Diptères) ont réussi à attirer à distance les mâles en émettant par haut-parleur des enregistrements sur disques des chants de femelles.

***

L'analyse des publications sur l'acoustique des Orthoptères fait ressortir que la stridulation de certaines espèces présente un caractère plus complexe qu'on ne le pensait ; celui-ci n'a pu encore être défini avec précision, parce que la plupart du temps l'émission est fugace et partiellement inaudible à l'oreille humaine ; son observation n'est possible qu'en ayant recours à des techniques particulières dans la mesure où elles sont adaptables aux problèmes biologiques posés, ce qui n'est pas encore complètement le cas. Par contre, l'étude nerveuse de la réaction des Orthoptères aux sons, appuyée sur une technique bien au point actuellement, a été très développée ; elle a mis en relief la grande sensibilité de ces insectes aux hautes fréquences, avant même que la détection de celles-ci dans l'émission ait été faite.

III. — INSECTES ÉTUDIÉS ET LIEUX DE TRAVAIL

A. — Les diverses stations de travail.

C'est au cours des mois de juillet et d'août que les observations ont été faites, de 1949 à 1952, dans les stations suivantes :

Palavas-les-Flots (Hérault) (1949, 1950, 1951, 1952),

Causse du Larzac (Hérault) (1949),

Domme (Dordogne) Laboratoire du Prf. P. GRASSE (1952).

Des observations ont été également faites à Montpellier, à l'Ecole Nationale d'Agriculture, et à l'Annexe de la Station Séricicole de l'I. N. R. A. à Alès (Gard) (1949, 1950, 1951).

Les espèces étudiées dans chaque station sont indiquées dans les tableaux N° 1 et N° 2.

TABLEAU I.

Répartition des Orthoptères étudiés par familles et genres (selon L. CHOPARD).

Superfamille	Famille	Subfamille	Genre	Espèce
Acridoidea	Acrididae	Oedipodinae	Locusta	*L. migratoria* L.
		Acridinae	Dociostaurus	*D. maroccanus* THUMB.
			Chorthippus	*Ch. mollis* CHARP.
				Ch. jucundus FISCH.
Tettigonidoidea	Conocephalidae	Copiphorinae	Homorocoryphus KARNY	*H. nitidulus* SCOP.
	Tettigoniidae	Tettigoniinae	Tettigonia L.	*T. viridissima* L.
		Decticinae	Decticus SERVILLE	*D. verrucivorus* L.
				D. albifrons F.
			Gampsocleis FIEBER.	*G. glabra* HERBST
	Ephippigeridae		Ephippiger BERTHOLD	*E. ephippiger* FIEBIG
				E. cunii BOLIVAR
				E. bitterensis CHOPARD
				E. provincialis YERS.
Grylloidea	Gryllidae	Gryllinae	Acheta FABRICIUS	*A. domestica* L.
	Œcantidae		Œcanthus SERVILLE	*O. pellucens* SCOP.
	Gryllotalpidae		Gryllotalpa LATREILLE	*G. gryllotalpa* L.

B. — Conditions climatiques.

Etant donné les rapports étroits qui existent entre la propagation acoustique et les variations microclimatiques, il était important de faire des mesures précises et variées des conditions climatiques rencontrées.

TABLEAU II.

Répartition des espèces dans les divers biotopes.

Espèces étudiées	Lido de PALAVAS (Hérault)	Causse du LARZAC (Hérault)	DOMME (Dordogne)	MONTPELLIER (Hérault)	ALÈS (Gard)	JOUV (S. & O.)
Acridiens :						
Locusta migratoria	X					
Dociostaurus maroccanus		X				
Chorthippus jucundus	X					
Chorthippus mollis		X	X	X	X	X
Tettigonides :						
Homorocoryphus nitidulus	X		X			
Tettigonia viridissima	X	X	X	X	X	
Decticus albifrons	X					
Decticus verrucivorus		X				
Gambsocleis glabra		X				
Ephippiger ephippiger		X	X			X
Ephippiger bitterensis	X			X	X	
Ephippiger cunii				X		
Ephippiger provincialis				X		
Gryllides :						
Œcanthus pellucens			X			
Gryllotalpa gryllotalpa	X	X			X	
Acheta domestica						X

En effet, des travaux récents (SCHIELLING et ALL (1947) ; EYRING et EVEREST) ont montré que dans la nature, la transmission de signaux de fréquence comprise entre 10 et 30 kHz. ne répondait pas à des lois simples. Les phénomènes de transmission acoustique sont souvent assez complexes et il est extrêmement difficile d'obtenir des résultats cohérents d'un jour à l'autre et d'un lieu à l'autre, par suite notamment de la présence au voisinage du sol d'intenses gradients verticaux de température et de vitesse du vent, ainsi que de phénomènes météorologiques à faible échelle. C'est pourquoi les conditions météorologiques ont été analysées soigneusement pour chaque étude.

C. — **Les Biotopes.** (1)

a) PALAVAS-LES-FLOTS (Hérault).

A Palavas, outre une insolation maximum, le climat du lido est caractérisé par de grandes variations thermiques et hygrométriques au cours de la journée et de la nuit. Les températures sous abri au sol variaient de 20 à 35° C au cours des cinq premières heures de la matinée. L'hygrométrie varie entre certaines heures de 20 à 90 p. cent. Le régime des vents est assez régulier, venant de la mer le matin, et de la terre le

(1) DELMAS (R.) et RAMBIER (A.) ont déjà décrit avec soin dans diverses publications les caractères de ces biotopes et les espèces qui les peuplent.

soir. Les courbes thermiques et hygrométriques données en exemple reflètent l'aspect quotidien des variations de cette station à cette époque (Planche I).

La station de Palavas a une faune riche et très spéciale ; un grand nombre d'espèces cohabitent sur une bande de terre de 500 mètres de large et de 6 km de long. La mer est bordée par une plage de sable de 100 mètres de large, puis toujours sur le sol sablonneux suit en profondeur sur 200 m une bande composée de végétation rase et sèche, n'excédant pas 50 cm de hauteur et laissant entre chaque touffe des espaces de sable nu. La végétation se compose principalement d'*Agropirum junceum* et d'*Ammophila arenaria*, et les Orthoptères dominant sont *Decticus albifrons* F., *Chorthippus jucundus* (Fisch.) et *Locusta migratoria* L..

Pendant la dernière Guerre des bombes sont tombées par endroit sur ce littoral ; elles y ont laissé de vastes entonnoirs qui, remplis d'eau stagnante, ont créé un nouveau microbiotope où prolifèrent des touffes de *Phragmites communis*, ces trous sont le lieu d'élection plus particulier du *L. migratoria* phase, *solitaria* de *Palavas* (REMAUDIÈRE) (1).

Une route qui sépare cette bande de terre en deux, est bordée de *Tamaris gallicus*, de 2 mètres de haut, qui abritent plus spécialement *T. viridissima* L., *Homorocoryphus nitidulus* SCOP. et divers *Platycleis* ; de l'autre côté de la route une bande de terre plus marécageuse, couverte principalement de *Phragmites*, borde une lagune qui sépare le littoral de la terre ferme. On y rencontre les mêmes espèces, mais avec une densité plus faible. Dans le sol on rencontre *Gryllotalpa gryllotalpa* L. en assez grande abondance.

b) LE CAUSSE DU LARZAC (Hérault).

Au Causse du Larzac où l'insolation était également au maximum pendant la période d'études, les variations de température sous abri au sol s'échelonnaient de 12 à 30°C avec une hygrométrie de 15 à 70 p. cent. (Planche I).

Cette région (cote D 151, Combefère) présente une végétation ayant le faciès typique du Causse calcaire à herbe rase qui forme la base de l'alimentation des troupeaux de moutons (*Festuca duriuscula graminica, Hieracium pilosella*) ; par place, des bouquets de *Prunus spinosa, Quercus pubescens, Cirules avelana.*

Dans ce biotope particulier, on rencontre plus spécialement *Dosciaustorus marrocanus* THUMB. en petites bandes grégaires qui se déplacent autour des bergeries dans le voisinage des salines à mouton (DELMAS et RAMBIER).

(1) La position systématique de *L. migratoria* de la région de Palavas a été décrite et analysée par G. REMAUDIÈRE, dans la *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole de France*, 1948, t. 27, fasc. 3, 147-163, et fasc. 4, 220-235.

PLANCHE I.

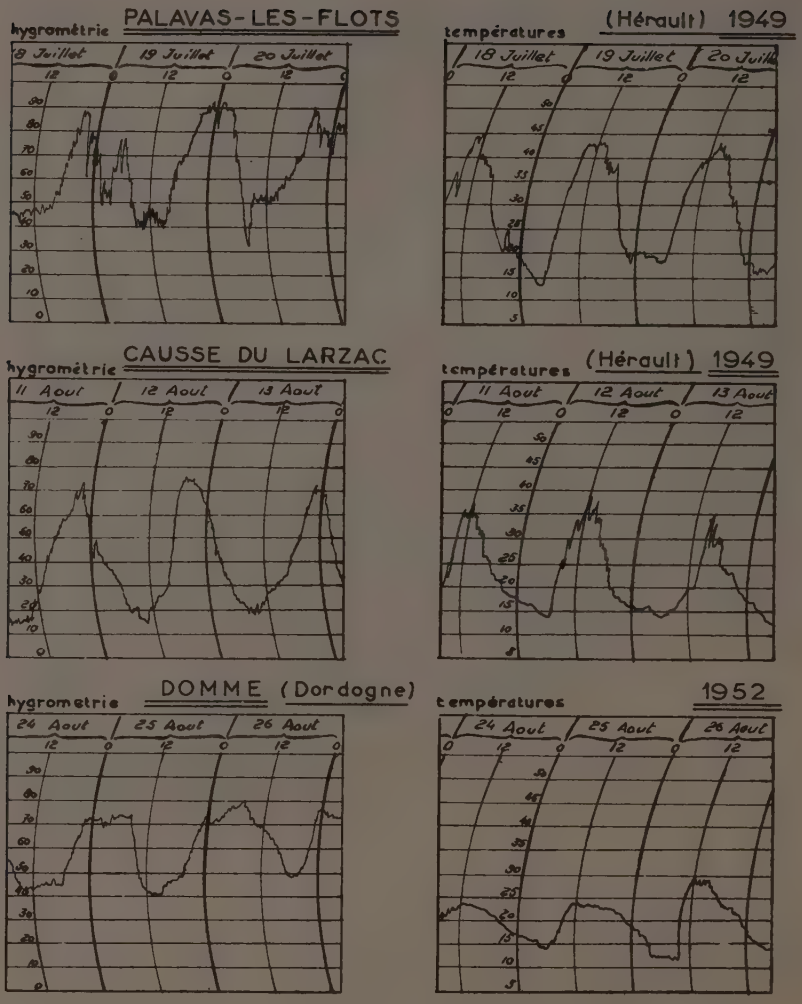


PLANCHE I. — Courbes de températures et d'humidité, aux différents lieux de travail.

c) Domme (Dordogne).

Le biotope de cette station n'a pas le particularisme des deux autres. C'est une région à sous-sol calcaire, avec cultures, prés, bois de châtaigniers. Les prés sont riches en *Daucus carotta* sur lesquels se tient plus spécialement le jour *Oecanthus*, objet de notre étude principale. L'insecte se rencontre également dans les vignes et sur les parties terminales des plants de tabac qui se trouvent en bordures de cultures.

Les conditions thermiques et hygrométriques étaient normales pour l'époque de travail, les courbes journalières présentant le faciès donné dans la planche I (15 août-1er septembre 1952).

Outre *Oecanthus pelluscens* Scop, il a été possible de faire dans cette station des vérifications sur d'autres insectes ; *Ephippiger ephippiger*, Fiebig., *Homorocoryphus nitidulus*, Scop., *Chorthippus mollis*, Charp., qui se trouvaient dans des conditions climatiques différentes des autres stations.

D. — **Méthodes de travail.**

Dans toute la mesure du possible, chaque espèce étudiée a été examinée dans les diverses conditions suivantes :

a) dans la nature, en liberté,

b) dans la nature, sous cage grillagée, sans fond, posées sur la végétation à même le sol,

c) au laboratoire, en terrarium isolé, placé dans une chambre sourde,

d) de jour et de nuit,

e) a diverses températures, hygrométries et degrés d'insolation.

Les difficultés du travail dans la nature sont nombreuses ; outre celles inhérentes aux insectes qui s'envolent ou deviennent silencieux lorsqu'on les approche, les bruits parasites sont souvent difficiles à éliminer. Ainsi, à Montpellier, les stridulations diurnes des cigales rendaient les mesures impossibles ; le vent, le passage de piétons ou d'automobiles, même à plusieurs centaines de mètres, perturbent les enregistrements et les mesures.

D'autre part il était impossible dans la nature de faire varier à volonté certains facteurs du milieu. Enfin l'installation des appareils d'étude en campagne peut interdire certaines mesures et c'est ce qui nous a amené à compléter les observations au laboratoire sur des insectes entretenus dans de bonnes conditions, mais étudiés en chambre sourde.

Nous avons pu utiliser tout d'abord la chambre sourde du laboratoire d'acoustique du C. N. E. T., puis, ensuite, une chambre non réverbérante, installée sur un plancher isolé, donnant un affaiblissement de

45 db., d'un volume de 20 m³ ; on peut y régler la température et l'hygrométrie et faire des observations biologiques de l'extérieur.

Il n'est pas douteux que pour certaines espèces la vie en cage puisse modifier le comportement et lui conférer un caractère artificiel. C'est ainsi que dans la nature il nous a été pratiquement impossible de faire des enregistrements et des analyses de *L. migratoria* en liberté totale, et il est très probable que la stridulation fréquente de ces insectes en cage est en rapport avec la présence de plusieurs individus dans un espace restreint.

Dans les principales stations décrites, la capture de jour des espèces précitées pose un problème délicat. A Palavas en particulier *L. migratoria* et les autres espèces sont extrêmement actives, et leur chasse de jour ne procure que des individus que l'on doit considérer comme physiologiquement choqués et comme tels impropres aux études. On a eu recours aux captures nocturnes, à la lumière, ce qui a permis de faire en quelques heures des récoltes de plusieurs centaines d'individus en parfait état.

La nourriture des Orthoptères capturés était assurée par des feuilles de Phragmites ou de Maïs pour les Acridiens, d'écorces de melon, de tomates complétées par du son ou des graines grossièrement moulues pour les Dectiques et les Ephippigères. L'hydratation des insectes était assurée par des pulvérisations d'eau. Les conditions d'entretien ont été suffisamment bonnes pour permettre l'accouplement et la ponte en cage de la plupart des espèces indiquées.

IV. — TECHNIQUES D'ÉTUDE UTILISÉES

A. **Principes généraux suivis pour les techniques d'étude.** — Les émissions des insectes ont été captées par des microphones, et transmises, soit directement aux appareils d'analyse, soit conjointement aux appareils d'enregistrement. Dans la nature, le schéma de l'installation nécessaire aux recherches comprenait un poste d'étude fixe, groupant les appareils, et de ce poste partaient, parfois jusqu'à 300 mètres, des câbles isolés blindés reliant les microphones ; ceux-ci étaient placés soit sur le sol, sur un support isolant en caoutchouc mousse, soit sur un bras métallique et ainsi suspendu au-dessus de l'insecte émetteur. Toutes les mesures ont été faites pour des distances n'excédant pas 30 cm entre l'insecte et les microphones.

B. **Historique et critique des techniques d'enregistrement et d'analyse.** — Dès 1948 nous nous étions rendu compte de la difficulté de procéder à l'analyse directe des stridulations de courte durée et nous devions développer la technique des enregistrements préalables des chants.

Les premiers essais furent entrepris avec un graveur de disques de cire. Cependant la limite du spectre donné par ce procédé ne dépassait pas 4 000 Hz. A partir de 1949 nous avons eu à notre disposition des enregistreurs sur ruban magnétique, dont la sensibilité permettait d'atteindre jusqu'à 16 kHz ; mais l'étude du spectre entre 20 et 100 kHz devait être faite directement.

Pour l'analyse des sons, nous avons d'abord essayé en 1948 d'utiliser un analyseur acoustique du type *General Radio*. Mais cet appareil, qui fonctionne par comparaison entre une fréquence connue et la fréquence à analyser, est d'une mise en service très longue, et ne convenait pas pour faire des analyses rapides. En 1949, nous avons eu à notre disposition un analyseur *Siemens*, dont la sensibilité n'est pas sélective et qui ne permettait d'analyser que jusqu'à 16 000 Hz. A partir de 1950 nous avons pu utiliser les analyseurs du C. N. E. T., système *Pimonov*, qui nous ont permis de balayer toute la gamme entre 20 Hz et 100 000 Hz. Les progrès des analyses étaient étroitement liés au progrès des appareils et ce n'est qu'au fur et à mesure de leur apparition dans les laboratoires que nous avons pu avancer dans notre étude. Actuellement encore, les appareils que nous avons utilisés ne sont pas tous exactement adaptés à nos besoins, et il faudra attendre des progrès techniques en analyse acoustique pour avoir des données plus rigoureuses ; c'est pourquoi nous insisterons sur les caractéristiques des appareils employés, en précisant leurs limites de sensibilité et en signalant les causes d'erreurs introduites dans les mesures par les procédés utilisés.

C. **Appareillage (Fig. 1)** : — 1° MICROPHONES : Deux microphones ont été employés, l'un pour la gamme sonore, l'autre pour la gamme ultrasonore.

a) *Gamme sonore : microphone électrodynamique*, Western Electric, type 630 A (impédance 2 × 25) dont la courbe de réponse est linéaire jusqu'à 10 000 Hz.

b) *Gamme ultrasonore : microphone à quartz*, muni d'un préamplificateur ; le préamplificateur comporte 3 étages ; sa caractéristique est linéaire de 15 à 100 kHz à ± 2 db. Il coupe systématiquement toutes les fréquences inférieures à 15 kHz. La fréquence propre de résonance de l'élément piézoélectrique est de 60 kHz. Par suite, les pointes que l'on peut noter à 60 kHz ne peuvent pas être considérées comme particulières au sujet analysé. Dans l'analyse des résultats, le vide entre la fin de la limite de sensibilité du microphone sonore et le début de la limite de sensibilité du microphone ultrasonore apparaîtra particulièrement, et sera discuté sur l'élément concret des spectres.

2° ANALYSEURS DE FRÉQUENCE : Ces appareils ont pour but d'analyser avec la meilleure précision possible et dans un intervalle de temps

court la composition spectrale d'une onde complexe sonore et ultrasonore. Nous avons utilisé deux types d'analyseurs.

a) *Analyseurs Siemens* : comprend essentiellement un amplificateur et une série de 27 filtres. Chaque filtre à une bande passante de 1/3 d'octave. L'analyse part donc sur un domaine de fréquences qui débute à environ 36 Hz et finit à 18 000 Hz, l'erreur relative maximum étant d'un bout à l'autre de la gamme d'environ ± 12 p. cent de la fréquence.

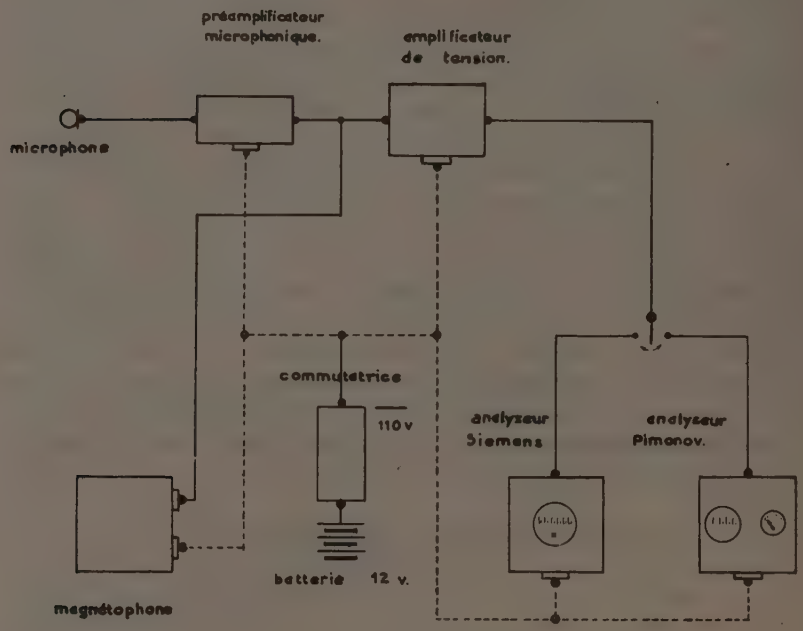


FIG. 1.

Un commutateur électronique met successivement en circuit chaque filtre 20 fois par seconde. Le résultat de l'analyse est matérialisé sous forme panoramique sur un tube d'oscillographie cathodique.

Les 27 bandes analysées apparaissent sous la forme de 27 traits verticaux dont le numéro d'ordre correspond à celui de la bande de fréquence, et dont la hauteur mesure le niveau sonore de la bande considérée (tableau n° II (*bis*)).

Le balayage se répétant à une fréquence de temps inférieure au temps de persistance rétinienne, le spectre est comparable à une image cinématographique permanente, dont la forme varie dans le temps, suivant les fluctuations du signal étudié.

L'observation peut être faite à l'œil nu, mais un dépouillement

détaillé nécessite un enregistrement. Ce dernier se fait à raison de 8 images/secondes, sur film 16 mm.

TABLEAU II (*bis*).

Tableau des bandes de fréquences des filtres pour l'analyseur Siemens exprimé en Hz.

Nos des bandes de gauche à droite de l'écran	Limite de fréquence inférieure	Fréquence moyenne (valeur notée dans toutes les mesures)	Limite de fréquence supérieure
1	36	40	45
2	45	50	57
3	57	64	72
4	72	80	90
5	90	100	112
6	112	125	142
7	142	160	180
8	180	200	225
9	225	250	285
10	285	320	360
11	360	400	450
12	450	500	570
13	570	640	720
14	720	800	900
15	900	1 000	1 120
16	1 120	1 250	1 420
17	1 420	1 600	1 800
18	1 800	2 000	2 250
19	2 250	2 500	2 850
20	2 850	3 200	3 600
21	3 600	4 000	4 500
22	4 500	5 000	5 700
23	5 700	6 400	7 200
24	7 200	8 000	9 000
25	9 000	10 000	11 200
26	11 200	12 500	14 200
27	14 200	16 000	18 000

Cet appareil pesant 80 kg est d'un déplacement difficile. Grâce à l'obligeance du laboratoire d'Acoustique du C. N. E. T. nous avons pu l'utiliser en campagne en 1949. Ayant eu par la suite d'autres appareils, nous avons limité son emploi à cette seule année.

b) *Analyseur C. N. E. T.* : La description détaillée de cet analyseur, à laquelle on voudra bien se reporter, a été faite par L. PIMONOV [1].

Dans cet appareil, le signal à étudier est d'abord amplifié, puis il subit un changement de fréquence. Pour obtenir ce dernier on fait apparaître dans un modulateur compensé, le battement entre le signal à étudier et une fréquence pure délivrée par une lampe oscillatrice.

Ce battement est à son tour amplifié plusieurs fois par des étages de filtres à quartz possédant chacun une bande passante extrêmement étroite (3 à 50 Hz). La fréquence d'accord de ces étages est réglée une fois pour toutes sur 100 000 Hz.

A la sortie de ces amplificateurs le signal à 100 000 Hz est détecté

[1] PIMONOV (L.) : Annales des Télécommunications, 4, nº 7, 257-273, 1949.

et commande d'une part l'ordonnée du spot lumineux d'un oscillographe, d'autre part l'aiguille d'un voltmètre électronique. L'*oscillographe* sert pour l'observation rapide ou pour l'enregistrement photographique, le *voltmètre électronique* pour les lectures précises.

Pour déceler toutes les composantes du signal à étudier on fait varier la fréquence délivrée par l'oscillatrice locale en agissant sur son condensateur variable d'accord.

La fréquence des composantes décelées est indiquée par deux moyens :

— par une aiguille solidaire de l'axe du condensateur variable, qui se déplace devant un cadran étalonné avec précision,

— par le déplacement latéral du spot de l'oscillographe qui permet de mesurer la fréquence sur l'axe des abscisses.

On obtient ainsi par photographie un véritable spectre acoustique.

L'appareil comprend 3 gammes d'analyse : de 30 à 100 Hz, de 50 à 15 000 Hz et de 15 à 100 kHz, avec une sélectivité réglable de 3 ou 30 Hz ; l'erreur est inférieure à 3 %, le temps de balayage minimum est de 5 secondes. L'échelle d'amplitude est uniforme en volts, (erreur 5 %). La bande passante étant très faible, (les bruits de fond n'apportent pas de perturbation notable), elle permet d'analyser des chants ayant une petite amplitude, comme on en trouve souvent dans la nature.

c) *Critique comparée des deux analyseurs.* — a) L'*analyseur Siemens* donne instantanément le spectre des fréquences, même pour un cri isolé et unique ; par ailleurs il indique à chaque instant l'amplitude relative des 27 bandes passantes principales ; ces avantages ont, par contre, un certain nombre d'inconvénients majeurs :

1° On ne connaît la fréquence des composantes qu'à $\pm$ 12 p. cent près.

2° Si 2 composantes tombent dans la bande passante d'un même filtre, il est impossible de les individualiser.

3° La gamme explorée a une limite supérieure de 16 000 Hz.

4° La consommation d'énergie nécessaire à l'emploi d'un tel appareil est prohibitive en campagne.

L'absence de précision surtout nous a fait rapidement abandonner son usage, car il ne permet pas de discriminer les fréquences, et peut ainsi donner une interprétation erronée. On verra plus spécialement dans le tableau n° 12, se rapportant aux stridulations des Dectiques qu'une composante révélée maximum (10 000) correspond en fait à des valeurs composées entre 8 100 et 11 000 Hz.

b) *L'analyseur du C. N. E. T.* ; les possibilités propres de cet appareil compensent les défauts du Siemens, en effet :

1° Il donne la structure fine du spectre.

2° La gamme ultrasonore est obtenue aisément par commutation, permettant d'analyser jusqu'à 100 kHz.

3° Les spectres obtenus sont immédiatement exploitables sans dépouillement ultérieur.

Par contre l'appareil ne possède pas l'avantage de rapidité d'analyse du Siemens.

Le temps nécessaire à l'analyse de l'espace des fréquences est long et nécessite soit un grand nombre de cris successifs, soit un grand nombre de passages du même enregistrement d'un cri.

4° Il donne un spectre global ne fournissant aucune indication sur la variation de chaque composante au cours d'une stridulation.

On voit donc que ces deux appareils par leurs avantages et leurs inconvénients se complètent assez heureusement (1).

3° ENREGISTREMENT MAGNÉTIQUE. — L'enregistrement magnétique, dont le principe est connu depuis longtemps a été très amélioré par la technique dite d'enregistrement magnétique à haute fréquence, dans laquelle on superpose à la modulation un courant de haute fréquence. Ce procédé a été développé depuis la fin de la Guerre par la Société allemande A. E. G. sous le nom de « Magnétophone ».

C'est un tel appareillage, construit par TOLANA en 1949, que nous avons utilisé et dont les avantages sont les suivants :

— L'absence d'inertie du procédé magnétique permet d'avoir une haute fidélité avec une faible distorsion de l'enregistrement et un niveau de bruit de fond très réduit.

— Le fonctionnement de l'appareil consiste à faire frotter à vitesse constante un ruban magnétique sur 3 circuits magnétiques montés dans un même support (effacement-enregistrement et lecture).

— Le ruban a 6 mm de large, et 1 000 mètres de long ; il est en matière plastique de 40 microns d'épaisseur et recouvert sur sa face active d'une couche de 15 microns d'oxyde de fer pulvérulent, dont les grains ont environ 1 mμ. Le ruban défile à une vitesse de 77 cm/s. devant les circuits magnétiques.

— La courbe de réponse d'un tel appareil est pratiquement une droite à ± 2 db entre 40 et 18 000 Hz.

Nous ne développerons pas davantage la technique de cet appareillage, et nous renvoyons pour le détail aux traités spéciaux (2). Indiquons cependant que l'appareil utilisé, par sa limite à 18 000 Hz, ne couvre pas exactement nos besoins. Nous l'avons utilisé pour cette partie de nos recherches car il était disponible dans l'industrie ; actuellement un appareil à défilement à grande vitesse pour des enregistrements atteignant 50 000 Hz est en cours de construction au laboratoire.

(1) Le tube cathodique de l'un de nos analyseur présentait un parasite à 25 kHz. Il sera nécessaire de soustraire cette bande des spectres, des figures 23, 24, 34, 46, 54, qui ont été donnés intégralement.

(2) L'enregistrement magnétique : SCHUH (F.) et MIKHNEWITCH (N.), GEAD, éditeur, 1950, Paris.

4° Mesures de niveau. — Les mesures d'intensité ont été prises avec un décibelmètre, type L. E. A., employé sans filtre (Mesures objectives).

La courbe de réponse en fréquences de l'appareil peut être assimilée à celle de son microphone. Pour que les diverses mesures puissent être comparées, on a noté, en face de chaque chiffre lu sur l'appareil, les coordonnées de l'insecte par rapport au microphone, et on a ramené par le calcul toutes les intensités sonores à celles produites par le même cri, à une distance de 10 cm dans l'axe du micro. Tous les chiffres qui sont portés dans les tableaux de résultats correspondent donc à des valeurs calculées pour cette distance.

Le calcul a été réalisé en affectant à chaque coordonnée un cœfficient d'affaiblissement déterminé expérimentalement et dont la valeur peut être considérée comme constante dans des espaces limites.

5° Matériel divers : *Générateur basse fréquence « Philips « G. M.* 2307 : Afin d'étalonner les appareils d'analyse, il est nécessaire d'envoyer une fréquence connue que l'analyseur doit détecter. Le générateur de fréquence est employé à cet effet. Il fournit une tension de sortie alternative constante à 5 p. cent près pour les fréquences comprises entre 30 et 16 000 Hz. La tension de sortie est indépendante des variations thermiques et hygrométriques, ainsi que de la tension d'alimentation.

6° Rappel de certaines définitions d'acoustique qui seront utilisées au cours de l'exposé [1]. — *Son* : Perturbation ou radiation mécanique dans un milieu élastique de caractère tel qu'elle soit capable d'exciter le sens de l'ouïe.

On définit comme ultrasonore une radiation de fréquence trop élevée pour être capable d'exciter le sens de l'ouïe.

Fréquence : Quotient d'un nombre entier de périodes dans le temps par l'intervalle de temps correspondant ; l'unité de fréquence est l'unité par unité de temps ; lorsqu'on choisit la seconde comme unité de temps, l'unité de fréquence est donc l'unité par seconde.

Cette unité a été adoptée sous le nom de Hertz (Scheveningen 1935). Les unités dérivées sont le kiloHertz et le mégaHertz.

Intensité sonore : Densité d'énergie potentielle acoustique pendant l'unité de temps. Elle exprime le niveau de la pression acoustique et représente 20 fois le log/10 du rapport de la pression acoustique considérée à la pression de référence ; on l'exprime en décibels. Comme pression acoustique de référence on a convenu d'utiliser une pression de 0,0002 barye (dyne par cm^2).

Modulation : Rapport des fréquences entre elles dans un signal ou dans un groupe de signaux continus par unité de temps.

Rythme : Cadence de l'émission des signaux.

[1] Extraits du vocabulaire d'acoustique publié par la Sous-Commission Internationale d'Acoustique du 19 mars 1937 : Chapitre B : Acoustique Physiologique.

V. — RÉSULTATS

I. — LES ACRIDIENS

Rappel des connaissances de la stridulation de ce groupe. — Chez les Acridiens, la stridulation dite « élytrale » est produite par le frottement de la face interne des fémurs postérieurs contre les nervures de l'élytre La rape composée de protubérances chitineuses (« dents ») se trouve située sur les ailes (*L. migratoria*) ou sur les fémurs (*D. maroccanus*). Les dents non fonctionnelles qui se trouvent au début et à la fin de la rape sont plus ou moins nombreuses selon les individus d'une même espèce.

Le fémur effectue un mouvement de bas en haut en s'appuyant sur l'élytre ; chez certaines espèces les mouvements des deux pattes sont synchrones ; pour d'autres, l'insecte utilise tantôt l'un, tantôt l'autre fémur, sans qu'il y ait un rythme apparemment défini dans l'alternance. Les stridulations sont relativement brèves et se succèdent par séries.

Pour certains groupes on a décrit plusieurs types de chants correspondants à des états psychiques différents qui sont surtout en rapport avec les manifestations sexuelles. Ces divers chants sont plutôt spécifiques des mâles, mais les femelles stridulent également bien que moins fréquemment que les mâles.

L'intensité des stridulations des espèces européennes est relativement faible et le spectre des fréquences constitue une bande étalée dépassant rarement 18 000 Hz ainsi que Busnel et Chavasse l'ont montré (1950), résultats confirmés avec la même méthode d'analyse au spectromètre Siemens par Evans (1952).

A. — Locusta migratoria L. phase Solitaria (Remaudière)

a) **L'appareil d'émission.** — Le *plectrum* du fémur frotte contre le *pars stridens* de l'élytre. Ce dernier organe se compose d'un nombre variable de dents selon l'élytre considéré pour un même insecte, et selon le sexe. La différence est surtout importante entre le mâle et la femelle, dont le nombre de dents est voisin de 118, alors que le mâle oscille autour de 180 (tableau n° III).

La longueur de l'élytre présente une différence entre les deux sexes, pour la femelle de 50 à 56 mm, pour le mâle de 46 à 52 mm.

b) **Types de chants spécifiques d'un comportement particulier.** — L'observation de *L. migratoria* dans la nature est difficile, au moins pour la phase solitaire. Toute notre étude a porté sur des insectes en

TABLEAU III

Exemple, sur Locusta migratoria, du « *nombre de dents* » *du* pars stridens *selon l'aile et le sexe.*

Mâle		Femelle	
Élytre droit	Élytre gauche	Élytre droit	Élytre gauche
190	205	119	113
179	177	109	111
176	182	112	113
183	180	108	103
175	174	125	131
176	177	114	118
170	181	118	112
177	185	115	118
183	177	121	114
173	172	119	101
Moyenne 182,35	181	116	113,4

captivité dans les diverses conditions précisées plus haut, et nos résultats ne peuvent être considérés comme valables que pour ces conditions. La densité des insectes dans les cages était faible, n'excédant pas 8 insectes au m^2.

Nous avons pu ainsi observer un certain nombre de stridulations qui nous ont paru suffisamment spécifiques d'un comportement particulier pour que nous les décrivions en nous inspirant des termes utilisés par FABER pour *Chorthippus.*

c) **Emission des mâles.** — 1° *Stridulation dite « indifférente »* : émise sans stimulus extérieur apparent, par le mâle isolé ou accouplé. On peut l'observer dans la nature et en cage, par un insecte isolé. Ce chant peut durer plusieurs secondes chez le mâle isolé, et est un peu plus bref chez le mâle accouplé. Il est possible que ce dernier soit assimilable à un chant de satisfaction sexuelle.

2° *Stridulation réflexe dite de « défense »* : émise par un mâle isolé ou accouplé, lorsqu'un autre mâle le rencontre en fin de saut. La stridulation est rapide et à l'oreille paraît plus intense. L'émission dure jusqu'à ce que le mâle perturbateur ait sauté ailleurs. Cette stridulation s'observe souvent en cage où les espaces restreints rendent beaucoup plus fréquentes que dans la nature les rencontres fortuites. Si on isole des mâles sans femelles au moment de la maturité sexuelle, ce type d'attaque est très fréquent. On peut présumer que ce signal de défense est un signal de reconnaissance sexuelle émis lors des erreurs.

3° *Stridulation dite d' « avertissement » ou « Warning »* : nous préférerons au terme français le mot anglais de « Warning », pour rejoindre les

définitions de FABER et PUMPHREY pour les Insectes, et de TINBERGEN pour les Oiseaux.

Stridulation d'un mâle accouplé lorsqu'un autre mâle s'approche à distance et à partir de 10 à 12 cm. Elle n'a pas lieu si c'est une femelle. Le mâle approchant le couple s'éloigne dans 90 p. cent des cas après la stridulation. S'il continue d'approcher, la stridulation de « Warning » se transforme, en s'accélérant, et devient stridulation de « défense » lorsqu'il y a contact. On a également observé ce chant avec des mâles non accouplés ; à l'oreille la stridulation paraît moins intense et moins rapide que celle de « défense » bien que son analyse systématique avec le décibelmètre montre qu'il n'en est rien.

d) **Émission des femelles.** — 1° *Stridulation dite d' « acceptation »* : quand un mâle s'approche d'une femelle, si celle-ci ne veut pas accepter l'accouplement, elle le repousse avec ses pattes postérieures ; s'il n'est pas repoussé il monte sur son dos ; après un temps variable et avant la copulation la femelle stridule. Cette émission présente à l'oreille un timbre plus ou moins élevé selon les couples, et semble en rapport avec la liberté de vibration des élytres sur lesquels le mâle s'appuie plus ou moins fortement, selon sa taille, par rapport à celle de la femelle. L'émission est assez courte (4 à 5 secondes) et n'est pas générale à toutes les femelles.

2° *Stridulation dite de « refus »* : s'observe occasionnellement quand un mâle saute par surprise sur le dos d'une femelle dont l'état sexuel n'est pas favorable.

e) **Composition d'une stridulation ; utilisation préférentielle de chaque fémur.** — Les femelles et les mâles peuvent émettre une stridulation composée de plusieurs fractions identiques, séparées par un intervalle de temps n'excédant pas 20 à 30 secondes. A chaque fraction de stridulation émise par un mouvement fémoral continu nous avons donné le nom d'une série (1). Une stridulation comprend donc soit une série, soit plusieurs séries. La série peut être produite par l'emploi d'un seul fémur ou l'alternance des deux, et plus rarement par synchronisation des deux fémurs.

Nous avons d'abord pensé que l'utilisation et l'alternance d'un fémur étaient liées au hasard, et un comptage nous a donné le résultat suivant : sur 44 stridulations, 21 commençaient avec le fémur gauche, et 23 avec le fémur droit, représentant un total de 215 séries, dont 107 étaient émises avec le fémur gauche, et 108 avec le fémur droit. Il s'agissait d'observations effectuées sur des stridulations dont nous n'avions pas distingué à l'époque les différences de caractère que nous avons précisées plus haut.

(1) Nous avons jugé utile de donner ici une définition de la stridulation et de la série, en modifiant les termes que nous avions utilisés précédemment dans notre note parue dans *Physiologia Comparata*, Amsterdam, 1953 et présentée au Congrès International d'Entomologie en 1951.

En reprenant des mesures identiques en fonction du type de stridulation on a reconsidéré cet aspect du problème qui ne prendra d'ailleurs son véritable intérêt qu'à l'analyse du spectre de fréquence.

Pour un même insecte émettant par exemple 6 stridulations de suite, dans le cas « reflexe de défense » d'un mâle accouplé, on note que l'insecte commence 2 stridulations avec le fémur gauche et 4 avec le droit. Pour un autre type d'émission « Warning », sur 6 stridulations, 4 sont commencées avec le fémur droit. Les analyses entreprises sur des cas nombreux peuvent confirmer ces observations. C'est ainsi que pour 11 mâles, non accouplés, étudiés indépendemment les uns des autres, et émettant tous la stridulation « de défense », on note, pour 17 stridulations, qu'onze fois la stridulation débute par le fémur gauche, 6 fois par le droit. Ces mêmes insectes émettant en « Warning », sur 36 stridulations, 15 commencent avec le fémur gauche et 21 avec le fémur droit.

Des chiffres du même ordre sont constatés dans l'alternance de l'emploi des fémurs dans chaque série. Dans le premier cas des 11 mâles, sur les 17 stridulations qui comprennent 72 séries, 42 sont émises avec le fémur gauche et 30 avec le fémur droit. Dans le second cas, sur 36 stridulations on compte 118 séries, dont 47 sont émises par le fémur gauche et 71 par le droit.

D'autres analyses du même ordre ont été faites sur d'autres types de stridulations, et le tableau n° V groupe quelques-uns de ces résultats.

Des différences observées dans les chiffres et plus spécialement pour certains types de stridulations, notamment le « Warning » et la stridulation de défense du mâle accouplé, il semble se dégager que l'emploi préférentiel d'un fémur ou de l'autre n'est pas entièrement laissé au hasard. (tableau n° V).

Dans les divers types de stridulation l'analyse des séries à l'intérieur d'une même stridulation montre que l'alternance de l'emploi des fémurs n'a pas de caractère significatif, que ce soit pour un même insecte (tableau n° IV) ou pour des insectes différents (tableau n° V). Nous en pouvons cependant savoir si le sens de ces signaux ne nous échappe pas, car comme nous le verrons plus loin, le problème se complique avec la variabilité des fréquences des stridulations émises avec un fémur ou l'autre.

f) **Variations des intensités selon la nature de la stridulation et le fémur utilisé.** — L'intensité acoustique de la stridulation d'un même insecte possède, selon le fémur utilisé, des valeurs variables. Nous reproduisons dans le tableau n° VI, les mesures effectuées sur le même insecte dont le détail des séries a été inscrit dans le tableau n° V.

Pour cet Insecte, les intensités émises varient pour les deux fémurs de $\pm$ 4 db autour de 35 db. Les moyennes sont de 36,6 db pour le fémur

Tableau IV

Chronocité (1) *de l'usage préférentiel des fémurs au cours de divers types de stridulation du ♂. (fémur droit : + ; fémur gauche : —)*

Chant de défense		Warning	Chant indifférent	
accouplé	non accouplé		accouplé	non accouplé
++++−	−	−−++	++++++	−−−−−−
−−−+	−	−−−−	−	−
+++	−	++	−	−−+
−++−	+−+	+++−+	−−−−−+	−+−++
++++−−+	−	++	+	+−−−
−−−−−−−−	++	+−+−+−+−+−	+	+−−+
−−−−−−−−	+	−−++	+−+	−−−−−
−−−−−+−+−	−−−	+	−−+−−+−	−−
+++−	−+	+++++−−	+−+−−	+
−	−	+++	−−+−−	+
+−−+	−−+ +	−−−−−−	−+−−+	−−+−
−+	−−−	−+	+−−+−	
++	+−−	−		
−−+ +−	+−+−−−−+	+		
−−−	−−−	++−−		
−−−	−−−++	+++−		
−++	+−−−+	−		
	−−−+	−+		
	−−−+	++		
	−	−		
	−+	+		
		−		
		+		
		+		
		−		
		++		
		++−−++−+−−		
		+		
		++++++		
		−		
		−		
		−−+++++−−++		
		−+		
		++++++++++−−		
		+		
		+−−		
Nb. de stridulations étudiées : 17	21	36	12	11
Nb. de séries : 72	57	118	46	36
Total par fémur :				
droit (+) : 30	19	71	20	10
gauche (—) : 42	38	47	26	26
Départ de la stridulation : par fémur				
droit (+) : 6	6	21	6	4
gauche (—) : 11	15	15	6	7

(1) On pouvait penser que la chronicité de l'usage préférentiel des fémurs était en rapport avec les positions respectives de l'insecte et du soleil (« *Sichsonnen* » de FRAENKEL, IN *Z. Vergl. Physiol., 13,* 1930), mais ces expériences ont été conduites en chambre sourde, avec un éclairage diffus, vertical, et constant, ce qui écarte provisoirement cette interprétation.

Tableau V

Exemple de l'utilisation préférentielle d'un fémur dans des séries de stridulations provenant d'un même insecte mâle, classées dans l'ordre d'émission.

	Stridulation de défense d'un mâle accouplé		Stridulation dite « Warning »	
N° de la stridulation	Fémur droit	Fémur gauche	Fémur droit	Fémur gauche
1	. + + .	— . . —	+ . + . + . + .	. — . — . — . —
2	+ + + + . . + +	. . . . — — . .	. . + +	— — . .
3	. . . .	— — — — — — — —	+ + +	— — —
4	. . . .	— — — — — — — — —	+ + + + + .	. . . . — —
5	. . . . . + + .	— — — — — . . —	+ + + + .	. . . . . —
6	+ + + .	. . . —	. + + + + + . + +	— . . . . . — . .
Total par fémur	13 +	26 —	25 +	14 —

Tableau VI

Valeur de l'intensité de la stridulation d'un même insecte, selon le fémur utilisé.
Chiffres mesurés sur les insectes analysés dans le tableau nº V.

(En db.)

	Stridulation de « défense » mâle accouplé		Stridulation dite « Warning »	
Nos de la stridulation	Fémur droit	Fémur gauche	Fémur droit	Fémur gauche
1	— 35 37 —	34 — — 36	37 — 33 — 37 — 37 —	— 37 — 35 — 37 — 35
2	35 37 35 36 — — 37 37	— — — — 37 34 — —	— — 35 36	35 35 — —
3	— — — — — — —	35 34 35 35 35 34 35	32 35 — 37 — —	— — 35 — 36 36
4	— — — — — — — —	33 35 36 37 38 38 39 38	37 35 38 38 34 — —	— — — — — 34 34
5	— — — — — 35 35 —	36 37 36 36 35 — — 33	38 35 35 33 —	— — — — 34
6	38 38 37 —	— — — 38	35 35 37 36 35 34 35	37 — — — — — 34
Moyenne par fémur	36,2	35,7	35,4	35,3

droit, et 35,7 db pour le fémur gauche, dans le cas de stridulation de défense au cours de l'accouplement ; pour le Warning, l'écart entre les deux fémurs est insignifiant. Ainsi les valeur moyennes sont très comparables entre les deux types de stridulation et entre les deux fémurs.

TABLEAU VII

Variations des intensités d'un individu à l'autre, mâle, Locusta migratoria.

Stridulation de défense pendant l'accouplement (en décibels)				Warning (en décibels)			
Nb. de séries par stridulation	Moyenne des valeurs du chant	Nb. de séries par stridulation	Moyenne des valeurs du chant	Nb. de séries par stridulation	Moyenne des valeurs du chant	Nb. de séries par stridulation	Moyenne des valeurs du chant
3	32	5	26	4	39	4	39
4	34	2	39	2	34	2	34
2	36	3	33	5	42	2	39
6	36	8	37	3	40	6	39
5	35	5	33	2	35	2	36
3	35	2	39	4	32	1	38
3	38	2	33	1	32	3	35
		15	30	2	36	2	35
				6	36	2	35
				2	35	7	35
						8	37
						6	36
fémur droit		fémur gauche		fémur droit		fémur gauche	
Moy. gén. (en db.) : 34,8		33,7		36,1		36,5	

Par contre, des moyennes établies sur de nombreuses stridulations et sur des lots importants d'insectes, et pour ces deux types de signaux, donnent des chiffres qui laisseraient apparaître des différences sensibles (tableau VII) si l'écart moyen n'était pas si élevé. Nous donnons dans le tableau VIII, les valeurs relevées au cours des mesures pour les divers types de stridulations. Des mesures ont été également effectuées dans différentes conditions thermiques au cours de la journée et de la nuit ; elles seront étudiées à la fin de ce chapitre (tableau IX).

Cependant, une différence significative apparaît dans l'intensité des diverses stridulations. En effet celles qui sont causées par un stimulus extérieur : défense, accouplé ou non, warning, sont les plus intenses (35 db pour les ♂, 33 db pour les ♀) alors que les stridulations qui ne semblent pas avoir de causes extérieures : stridulation indifférente, sont aux environs de 28 à 30 db (tableau VIII). Pour le chant d'acceptation de la ♀ on peut penser que le niveau exceptionnellement bas (16 db) provient

PLANCHE II.

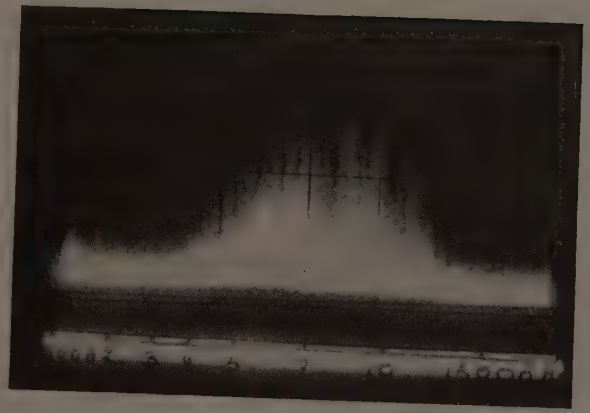


FIG. 2. — *Locusta migratoria*, mâle accouplé, stridulation apparemment « indifférente », fémur gauche.

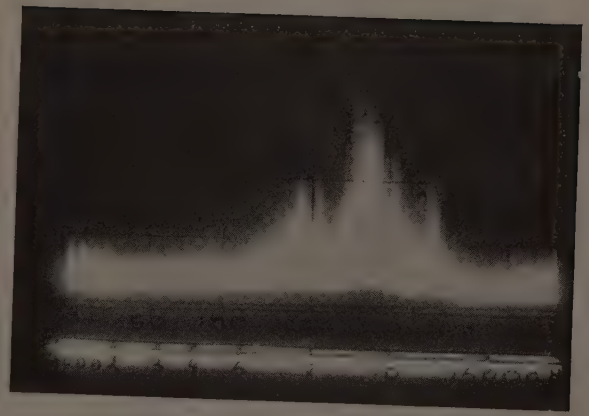


FIG. 3. — *Locusta migratoria*, mâle accouplé, stridulation apparemment « indifférente », fémur droit.

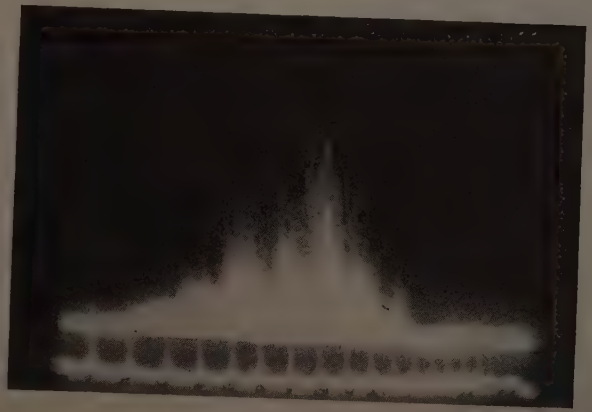


FIG. 4. — mâle accouplé, stridulation de « défense », fémur gauche.

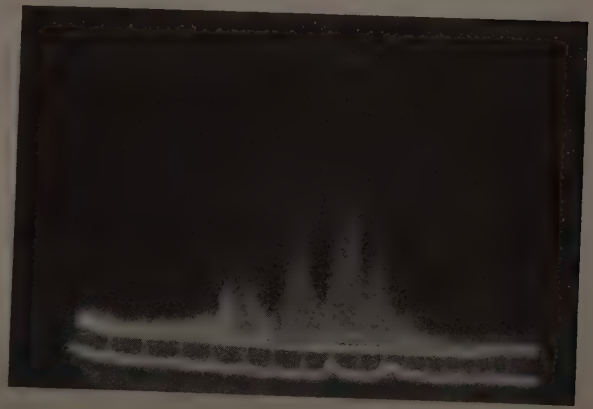


FIG. 5. — mâle accouplé, stridulation de « défense », fémur [illegible]

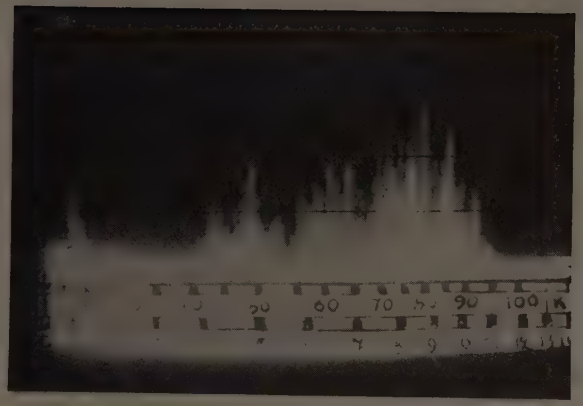


FIG. 6. — mâle accouplé, stridulation de « défense », fémur gauche.

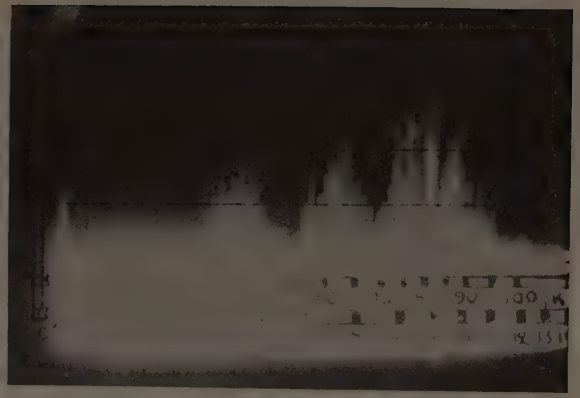


FIG. 7. — mâle accouplé, stridulation de « défense », fémur droit.

PLANCHE II. — *Locusta mitratoria.*

d'une raison purement mécanique, les élytres de la ♀ ne pouvant pas vibrer librement lorsqu'ils sont soumis aux pressions des fémurs du mâle.

TABLEAU VIII

Valeur des intensités pour divers types de stridulation chez L. migratoria *(voir également le tableau n° VII) suivant le fémur utilisé (en db.).*

	Fémur gauche	Fémur droit
Mâle (non accouplé) : stridulation de défense	36	36
	35	33
	34	35
	35	36
	35	36
	36	35
	38	38
	33	35
Moyenne	35,2	35,5
Mâle (non accouplé) : stridulation indifférente	31	31
	30	31
	31	30
	29	27
	30	30
Moyenne	30,2	29,8
Mâle (accouplé) : stridulation indifférente	31	33
	27	29
	27	26
	32	31
	27	29
Moyenne	28,8	29,6
Femelle : refus d'accouplement	31	28
	29	28
	38	35
	33	37
	36	35
Moyenne	33,4	32,6
Femelle : stridulation d'acceptation	16	12
	24	20
	15	18
	14	16
	12	14
Moyenne	16,2	16

g) **Étude des fréquences.** — 1° VARIATION DES FRÉQUENCES SELON LE FÉMUR UTILISÉ PAR L'INSECTE : Les spectres de fréquences des chants d'un même insecte, selon l'élytre qui vibre sous le frottement d'un fémur ou de l'autre ont, en fonction du caractère de l'émission des valeurs différentes, ainsi que nous l'avons montré antérieurement avec R. G. BUSNEL et M. DEGROIS (1951).

On en citera trois exemples, deux pris chez le mâle et un chez la femelle, dont les clichés donnent à l'analyse, les valeurs suivantes, exprimées en Hz.

Type de stridulation. — Indifférente du mâle accouplé. *Planche II et planche III.*

	Fémur gauche (fig. 2 et 8)	Fémur droit (fig. 3)
Début du spectre	3 800	5 000
Fin »	13 000	14 000
Amplitude maximum	9 000	9 000
Fréquence dominante	6 500-9 000	7 000-8 500-9 000-11 000

Type de stridulation. — Défense du mâle accouplé. *Planche nº II.*

	Fémur gauche (fig. 4, 6)	Fémur droit (fig. 5, 7)
Début du spectre	4 200	4 000
Fin »	11 200	11 100
Amplitude maximum	8 000 ou 9 000	8 000 ou 9 000
Fréquence dominante	5 000-7 000-9 900	4 600-6 500-10 000

Type de stridulation. — Refus d'accouplement d'une femelle, le mâle n'étant pas sur son dos. *Planche III.*

	Fémur gauche (fig. 11)	Fémur droit
Début	4 200	5 000
Fin	13 800	12 800
Amplitude maximum	4 900 et 10 000	8 000 ou 9 000
Fréquences dominantes	4 900 et 10 000	6 800

L'examen de ces chiffres et surtout l'étude des composantes des spectres mettent bien en valeur les différences selon le fémur utilisé. Ce caractère est général pour tous les individus et les différences significatives que l'on observe se retrouvent presque constamment. Si l'on envisage que l'émission puisse avoir un rôle effectif dans le comportement, l'emploi préférentiel d'un fémur, par le caractère particulier de la vibration émise pourrait ne pas être indifférent.

Ces différences auraient pu trouver une explication logique, dans la mécanique vibratoire de l'élytre intéressé, si l'on admettait que l'élytre qui se trouve placé au-dessus modifie, par son contact, la fréquence de résonance de l'élytre placé au-dessous. Mais pour que cette idée soit valable, il aurait fallu que d'une manière constante, on rencontre toujours l'élytre droit sur l'élytre gauche. Les comptages montrent malheureusement qu'il n'en est rien et que, si la répartition, élytre droit sur élytre gauche prédomine sur élytre gauche sur élytre droit, l'écart n'est que de 20 p. cent, ce qui ne justifie pas la constance des différences des spectres donnés par chacun des deux fémurs.

2º Variation des fréquences selon le type de stridulation : On donnera ici les valeurs moyennes des fréquences limites et d'amplitude maximum que nous avons trouvées au cours de quatre saisons d'étude dont certains exemples ont été groupés dans la planche nº III.

PLANCHE III.

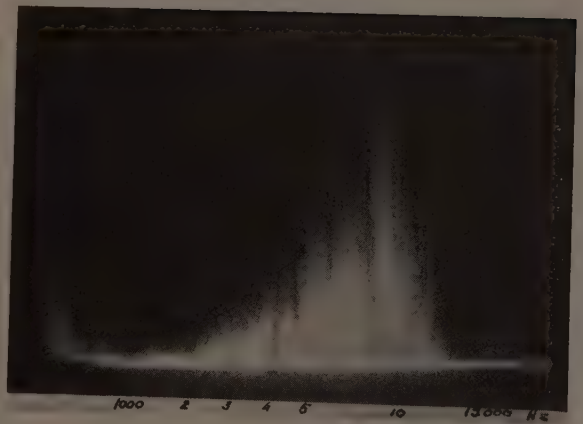


FIG. 8. — mâle accouplé, stridulation apparemment « indifférente », fémur gauche.

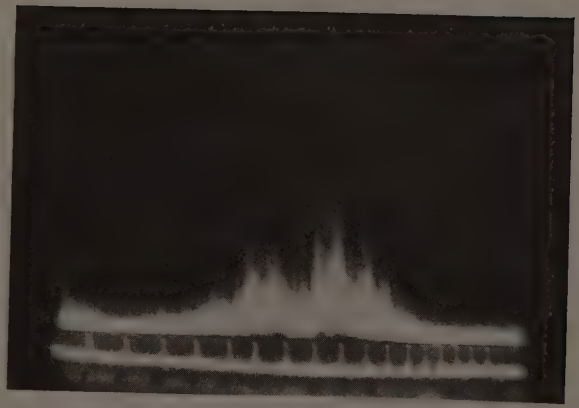


FIG. 9. — mâle accouplé, stridulation de « warning », fémur droit.

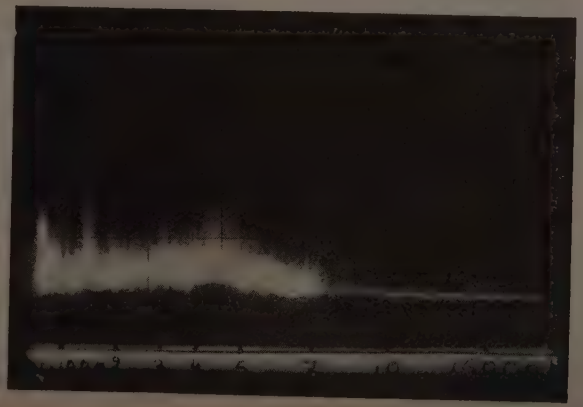
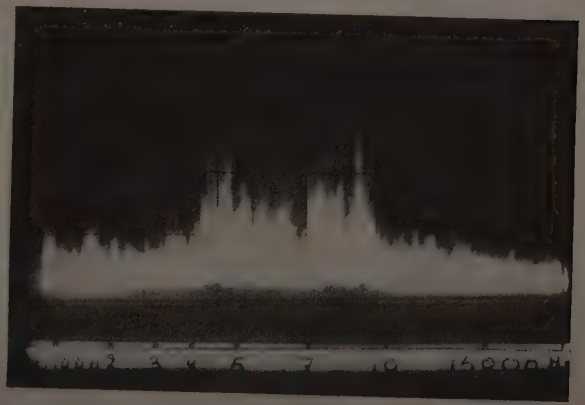


FIG. 10. — Femelle, « acceptation de l'accouplement ».



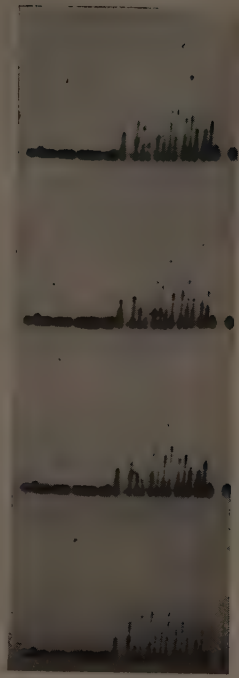


FIG. 12. — femelle, fragment d'analyse au Siemens.

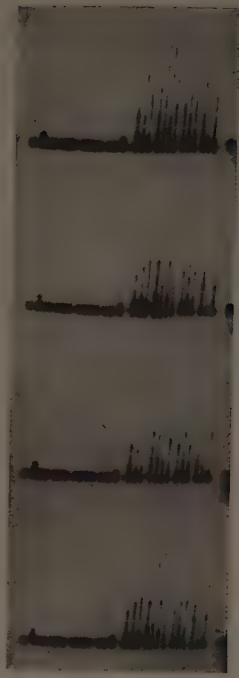


FIG. 13. — mâle, fragment d'analyse au Siemens.

PLANCHE III. — *Locusta migratoria.*

Stridulation dite « indifférente » :

Mâle non accouplé :

Limite inférieure	4 300
Limite supérieure	14 000
Amplitude maximum	8 000

Mâle accouplé :

Limite inférieure	3 800
Limite supérieure	12 000
Amplitude maximum	8 500

Stridulation dite de « défense » :

Mâle non accouplé :

Limite inférieure	4 000
Limite supérieure	13 000
Amplitude maximum	7 000-9 000

Mâle accouplé :

Limite inférieure	2 à 4 000
Limite supérieure	11 à 13 000
Amplitude maximum	8 à 10 000

Stridulation dite de « Warning » :

Mâle :

Limite inférieure	3 à 4 000
Limite supérieure	10 à 13 000
Amplitude maximum	8 à 9 000

Stridulation dite « de refus d'accouplement » de la femelle :

Non accouplée :

Limite inférieure	4 000
Limite supérieure	12 000
Amplitude maximum	6 à 9 000 mais très variable

Stridulation dite « acceptation d'accouplement » de la femelle :

Femelle accouplée :

Limite inférieure	500
Limite supérieure	7 000
Amplitude maximum	4 500 mais très variable

L'examen comparatif des spectres des diverses stridulations permet de mettre en évidence des différences qui sont trop peu sensibles dans la plupart des cas, pour qu'à l'oreille on s'en rende compte, sauf pour la stridulation d'acceptation d'accouplement de la femelle, qui est de faible intensité et à basse fréquence, ce qui permet de la reconnaître immédiatement. Dans l'ensemble, ces spectres traduisent pour les états émotifs de défense et de warning, une émission plus aiguë de 1 à 2 kHz par rapport à la stridulation indifférente, mais toujours dans des zones de fréquence où l'oreille humaine perçoit difficilement des variations de cette valeur.

3° VARIATION DES FRÉQUENCES SELON L'INSECTE ÉMETTEUR : On pouvait penser que selon l'insecte, et pour un même type d'émission, le spectre pouvait varier. Des analyses systématiques ont été faites, et révèlent en effet des différences individuelles ; certains insectes ont un

clavier plus ou moins aigu ; nous en donnerons ici un exemple, portant pour sept individus sur la stridulation de défense du mâle accouplé.

N° de l'insecte	1	2	3	4	5	6	7
Limite inférieure (Hz.)	2 000	3 000	2 000	3 500	3 800	2 000	3 000
Limite supérieure	12 000	13 000	12 000	11 000	11 000	13 000	13 000
Fréquence d'amplitude maximum	8 000	9 500	8 200	7 900	8 900	8 200	8 800

Il est possible que l'âge de l'insecte ait un rapport avec ces différences, selon la rigidité des élytres. Nous n'avons pu cependant encore préciser l'origine de ces variations individuelles.

TABLEAU IX

Locusta migratoria : *Etude de l'influence de la température sur l'intensité de la stridulation, en chambre sourde* (en db.).

	Température	Patte gauche	Patte droite	Heure de l'émission
Mâle Warning	25°C	35 db.	39 db.	9,50
		37	40	14,30
		40	37	22
	30°C	38	37	9
		28	33	13,30
		36	37	23
	35°C	34	37	11
		37	36	17,50
		34	37	0,10
	40°C	34	38	10,30
		38	39	16
		37	38	21,30
Mâle accouplé défense	30°C	30	36	10
		33	35	12
		35	35	18
	40°C	38	32	11
		38	32	14
		37	32	17
Mâle non accouplé	30°C	35	37	10
		40	32	12
		32	33	14
	35°C	35	33	11
		36	36	15
		34	35	17
	40°C	35	36	9
		34	35	17
		36	35	22
Femelle refus d'accouplement	25°C	36	34	10
		37	36	17
		32	35	18
	30°C	31	28	19
		29	28	10
		38	33	11
	40°C	31	33	14
		32	34	18
		35	33	23

On observe également des différences dans la stridulation d'acceptation de la femelle accouplée, certaines émettant entre 150 et 300 Hz

seulement, lorsque le mâle se trouve placé sur l'arrière, peu de temps avant la copulation.

4° Caractères différentiels des spectres : Si on reprend l'examen de tous les spectres des diverses émissions de *L. migratoria*, on observe que toutes les analyses concernant le fémur droit, comportent à un degré plus ou moins caractéristique deux fortes diminutions des composantes de fréquence maximum, déterminant trois plages très distinctes, alors qu'avec le fémur gauche, la diminution est imperceptible et le spectre presque continu.

Les différences d'une stridulation à l'autre sont nuancées et les variations, selon l'insecte émetteur, ne permettent pas de définir avec certitude s'il y a vraiment un type de stridulation plus spécialement significatif. Il semble apparaître des fréquences plus élevées pour les stridulations de défense, mais dans l'ensemble et en dehors des femelles, la fréquence moyenne d'amplitude maximum des mâles se trouve autour de 8 000 Hz.

Les analyses avec l'appareil Siemens, qui donne les variations chronologiques des diverses fréquences dans le temps, font apparaître des types de modulation qui, lors de l'étude oscillographique, se révèleront peut-être plus spécifiques de ces divers états du comportement acoustique.

Les spectres seuls renseignent sur l'étendue des fréquences émises qui, dans tous les cas, sont comprises entre 2 000 et 14 000 Hz, et précisent que le chant d'acceptation des femelles est composé de fréquences très inférieures à celles des mâles, ainsi que Busnel et Chavasse l'avaient déjà signalé (1950).

5° Influence des facteurs du milieu sur les valeurs de l'intensité et du spectre des émissions : Dans les milieux présentant des variations importantes de température, d'humidité et d'éclairement, comme la station de Palavas (pl. I) on pouvait penser, qu'il serait possible d'observer des différences intéressantes dans les valeurs de la stridulation.

Nous avons donc entrepris des mesures aux différentes heures de la journée et de la nuit, car nous avons constaté que *L. migratoria* stridule également la nuit.

Actuellement, nous n'avons pas encore observé de variations mesurables par nos techniques, quelles que soient la luminosité, la température, l'hygrométrie, l'heure de l'émission, et ceci malgré de nombreuses mesures faites à des températures comprises entre 20 et 45 degrés, des hygrométries allant de 35 à 90 p. cent, des intensités lumineuses variant du plein soleil à l'obscurité totale ; enfin aucune différence n'est apparue avec l'heure des émissions (tableau X).

Dans le cadre de nos conditions d'entretien des insectes dans la nature, nous avons seulement constaté que *L. migratoria* stridule plus spécialement pendant les horaires suivants : 7 à 12 h, 16 à 0 h ; au moment de la pointe thermique entre 12 et 16 h, il y a une diminution

très nette du nombre de stridulations émises, comme également pendant la nuit entre 1 et 6 h. Les chants émis aux heures limites ont les mêmes caractères physiques, et l'on peut conclure que ces derniers ne sont pas affectés par les modifications des facteurs du milieu.

TABLEAU X

Locusta migratoria : *Influence de la température et de l'hygrométrie sur la fréquence d'amplitude maximum du spectre.*

	Température	Hygrométrie	Patte gauche	Patte droite	Heure de l'émission
Mâle Warning	25°C	90 %	8 000 Hz	7 400 Hz	0,30
	30°C	70 %	8 000	9 000	16,20
	35°C	37 %	8 000	8 800	9,50
	40°C	68 %	8 000	8 200	10,40
Mâle accouplé défense	30°C	38 %	8 800	8 900	17,10
	40°C	70 %	8 700	8 300	10,50
Mâle non accouplé défense	30°C	80 %	9 000	8 300	18
	35°C	39 %	8 400	8 100	9,30
	40°C	68 %	8 400	8 200	11,20
Femelle refus d'accouplement	30°C	85 %	4 200	4 700	18
	40°C	68 %	4 800	5 800	10,40

Au laboratoire, ce rythme des émissions peut se modifier après un assez long séjour des insectes dans les cages, et on peut entendre les insectes striduler au cours des 24 h d'un jour et d'une nuit. Les divers types de chant peuvent être émis pendant ces mêmes périodes, les insectes s'accouplant également la nuit ; au cours des chasses ou des observations nocturnes dans la nature, nous avons pu déterminer, avec certitude, qu'il y avait des émissions, et qu'il était courant d'observer des insectes accouplés de nuit.

B. — Autres espèces d'Acridiens

Quelques autres Acridiens ont été étudiés plus sommairement afin de faire une comparaison générale avec *Locusta migratoria* ; parmi ceux-ci nous citerons : *Dociaustorus maroccanus*, *Chorthippus jucundus*, *Chorthippus* (*Stauroderus*) *mollis*.

L'allure générale du spectre acoustique, indépendamment des variantes qui peuvent s'introduire à l'intérieur de chacun d'eux par suite d'un comportement particulier, présente pour ces trois espèces un aspect très similaire à celui de *L. migratoria*. Il débute aux environs de 3 à 4 500 Hz et se termine entre 12 et 15 000 Hz, avec une ou deux pointes

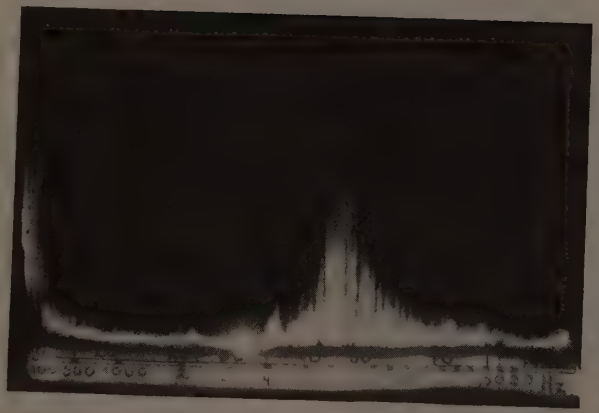


FIG. 14. — *Dociaustorus maroccanus*, mâle non-accouplé, stridulation « indifférente ».

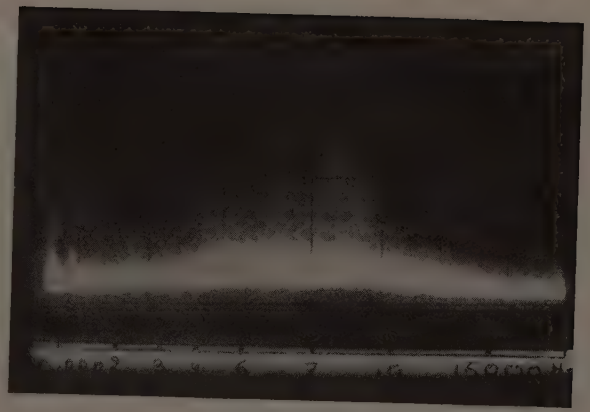


FIG. 15. — *Dociaustorus maroccanus*, mâle accouplé, stridulation de « défense ».

FIG. 16. — *Chorthippus jucundus*, femelle.

FIG. 17. — *Chorthippus jucundus*, mâle

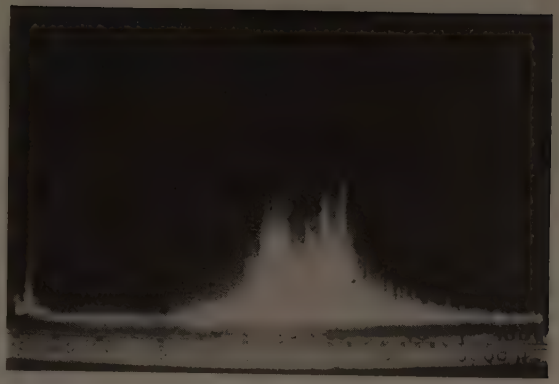


FIG. 18. — *Chorthippus (Stauroderus) mollis*, mâle, stridulation « indifférente »

PLANCHE IV

principales à 5,7 ou 9 kHz (voir planche IV). En comparant le spectre de *L. migratoria* mâle qui débute vers 3 000 Hz, et se termine vers 14 000Hz, en présentant des pointes à 5, 7 ou 9 kHz, nous pouvons remarquer à quel point le spectre acoustique semble être un caractère de famille.

Plus spécifiquement *D. maroccanus* a une courbe en cloche s'étalant de 4 500 à 14000 Hz. avec une bande plus détachée entre 6000 et 8 000 Hz, la fréquence dominante étant de 6 500 Hz pour le chant indifférent, et de 4 500, 6 000 et 8 000 Hz pour le chant de défense du mâle accouplé (fig. 14 et 15).

Pour *Chorthippus jucundus* le spectre s'étale de 4 à 12 kHz avec une dominante entre 6 000 et 7 000 Hz. (fig. 17).

Pour *Chorthippus mollis* la limite inférieure du spectre est de 3 000 Hz, la limite supérieure de 15 000 Hz, et la plage des fréquences d'intensité dominantes se situe entre 7 et 8 kHz, avec une autre bande dont le niveau est plus faible et qui va de 4 300 à 5 500 Hz ; cette bande, qui ne se retrouve pas chez *L. migratoria*, correspond probablement au maximum de vitesse de fonctionnement des fémurs en fin de chant (fig. 18).

Les intensités de chant de ces trois espèces se situent aux environs de 25 db (±4) pour *Dociaustorus maroccanus*, de 38 db (±7) pour *Chorthippus jucundus*, et de 30 db pour *Chorthippus mollis*. En effet ce dernier a une stridulation continue, émise sur un rythme d'intensité croissante, et se terminant brusquement par un maximum. Les variations entre le début et la fin du chant atteignent parfois jusqu'à 10 et 12 db.

L'intérêt principal que nous avons trouvé à l'étude de ces insectes et en particulier des *Chorthippus* est la réponse stridulante que l'on obtient en émettant un signal artificiel (sifflet de GALTON) de fréquence assez pure, légèrement supérieur ou égal à la limite haute des fréquences émises par l'insecte ; on peut ainsi engager une espèce de conversation ; ces observations déjà notées en 1950 seront d'ailleurs approfondies dans un prochain mémoire (1).

II. — LES TETTIGONIDES

Les chants des Tettigonides sont, à l'oreille, extrêmement différents de ceux des Acridiens, à la fois par la hauteur, l'intensité, la durée du signal et le rythme des émissions.

Les appareils sonores sont également dissemblables ; les vibrations sont produites par le seul mouvement des élytres qui possèdent une partie différenciée en organe vibratoire ; celui-ci a fait l'objet de nombreuses études. En général, l'élytre gauche qui recouvre l'élytre droit, possède

(1) JACOBS a également observé ces réponses (loc. cit.) ; WEIH a étudié en détail le comportement de diverses espèces de *Chorthippus* à des stimulations acoustiques artificielles, provoquant des réactions de même ordre. (1951)

sur sa face interne le *pars stridens*, qui attaque l'élytre droit dont une ou plusieurs nervures entrent en vibrations. On admet que celles-ci sont amplifiées par une membrane résonnante en forme de tambour, que limitent ces nervures d'attaque.

Les mouvements élytraux de stridulation sont de faible amplitude et extrêmement rapides ; seul l'enregistrement cinématographique à grande vitesse peut permettre leur analyse dans le temps. Nous n'avons pu faire que quelques essais de cette technique, qui pour certaines espèces, ont montré que les élytres font jusqu'à 20 et 30 mouvements par seconde.

Les variations du caractère des stridulations, en rapport avec le comportement, semblent très limitées et, la plupart du temps dans nos expériences, nous n'avons pu en distinguer qu'une ou deux formes.

Les facteurs physiques du milieu peuvent cependant, plus que pour les Acridiens, modifier les chants, mais ils influent presque uniquement le rythme, sans différencier les fréquences.

A. — Les Dectiques.

Les caractères du comportement acoustique des mâles des deux espèces *Decticus albifrons* (F) et *Decticus verrucivorus* (L) étant très similaires seront étudiés ensemble et ne seront séparés que pour l'analyse des fréquences.

Dans la nature aussi bien qu'en cage, les Dectiques chantent jour et nuit jusque vers 2h du matin, si la température et l'humidité sont propices, mais le rythme élytral, dans le temps, est très différencié.

D'après nos observations, au-dessous de 20°C., il n'y a pas d'émission. A 25°C., la stridulation est rythmée avec un arrêt de 4 à 5 sec. entre chaque mouvement élytral. Au fur et à mesure que la température s'élève, les intervalles de repos diminuent, et à partir de 27°C., les phases de repos sont si brèves que la stridulation forme un chant qui paraît continu et qui comporte 5 à 10 pulsations par seconde ; nous l'avons nommée « plein chant ». Au-dessus de 33°C. à l'ombre, dans les stations où nous avons fait nos observations, les insectes ne chantaient plus. La nuit, où les températures ambiantes étaient dans les limites précisées antérieurement, seul le chant rythmé était émis. La luminosité semble avoir également un effet déterminant sur la stridulation ; à 29°C. au laboratoire, en chambre sourde et à l'obscurité, les insectes n'émettent pas le « plein chant » ; s'ils sont dans les mêmes conditions, à la lumière et que celle-ci soit éteinte brusquement le plein chant s'arrête et se transforme en chant de départ.

L'humidité ne semble pas jouer un rôle essentiel dans ces rythmes, observés quelque soit l'état hygrométrique de l'air, à température égale.

La stridulation de plein chant des Dectiques est toujours précédée du chant de départ, et pourrait correspondre à un seuil métabolique de l'insecte, qui ne serait atteint qu'après une mise en route, à la manière d'un moteur qui n'atteint son plein régime qu'après un certain temps d'échauffement (tableau XI).

TABLEAU XI

Decticus albifrons : *Stridulation de départ. Evolution des valeurs du niveau sonore et du nombre de mouvements élytraux dans la progression du chant. (Mesures sur un même insecte pendant* 30 *minutes).*

Nombre de mouvements élytraux	Valeur de chaque signal en db.	Nombre de mouvements élytraux	Valeur de chaque signal en db.	Nombre de mouvements élytraux	Valeur de chaque signal en db.
1	47	1	47	1	47
1	47	1	47	1	48
1	47	1	47	3	48-49-49
1	46	1	47	1	48
1	47	3	47-48-48	1	47
1	47	1	47	1	48
1	47	1	48	1	49
1	48	1	48	4	49-49-50-50
1	47	1	47	1	48
1	48	1	47	1	48
3	47-47-48	1	48	1	48
1	47	1	48	2	48-50
1	48	1	48	1	49
1	48	1	47	1	49
1	48	1	48	3	49-50-51
1	48	3	48-50-51	1	49
1	47	1	48	1	49
1	47	1	48	1	48
2	47-48	1	48	1	48
1	47	1	47	1	48
1	47	1	47	6	48-48-49-50-50-51
1	48	2	47-49	1	47
1	47	1	48	1	47
1	47	1	47	1	48
1	47	1	48	4	48-49-49-50
1	46	1	47	1	48
1	49	1	48	1	50
1	48	1	48	7	50-50-51-49-49-48-51
1	48			1	49
1	48			2	50-51
1	47				
1	47				
1	47				
1	48				
3	47-48-49				

1° **Etude des intensités** : Les stridulations des deux espèces ont des niveaux qui, pour la bande audible, ont une différence de valeur d'environ 4 à 6 db, le *D. verrucivorus* stridulant plus fortement que *D. albifrons*.

Quelle que soit l'espèce, le régime du niveau acoustique se présente de manière analogue. Nous avons analysé les valeurs des deux types de

chant, sur de nombreux insectes des deux espèces, pris au hasard dans la nature, ou au laboratoire ; on note une valeur moyenne de 47 db pour le *D. albifrons*, et 51 à 53 db pour *D. verrucivorus*, avec des variations de ± 3 db autour de ces chiffres moyens.

Le chant de départ est composé de séries d'un, de deux ou de trois mouvements élytraux dont le rythme et l'alternance sont très variables. Nous en donnons un exemple dans le tableau XI.

Après un certain temps variable d'émission sur ce rythme, celui-ci s'accélère ; les temps de repos entre les séries de signaux sont diminués et les signaux sont également émis sur un rythme plus rapide. Des mesures effectuées à ce moment sur un même insecte donnent par exemple l'énumération des valeurs suivantes exprimées en db et qui montrent l'augmentation progressive du niveau : 47-47-47-46-47-47-47-48-47-48-48-49-50-50-48-49-50-50-50-50-51-50 db.

Sur certains individus il a été noté des valeurs plus basses de 5 à 6 db, qui sont suffisamment importantes pour quelles soient signalées déjà ici et sur lesquelles on reviendra plus loin, lors de l'étude des fréquences.

L'observation auditive d'un grand nombre de ces stridulations « de départ », fait remarquer que dans les séries de 2,3 ou 4 signaux, le dernier signal émis paraît plus fort et plus aigu. L'analyse au sonomètre donne une différence constante et nette de 1 db par rapport à l'avant-dernier signal, et sur de nombreuses mesures, il est constaté qu'au sein de la série il y a une progression nette, qui traduit bien cette idée de mise en route que nous avons suggérée plus haut. (tableau XI).

Si l'on observe des *Dectiques* mâles dans la nature ou au laboratoire et qu'ils soient assez près l'un de l'autre pour qu'on puisse les étudier en même temps, on peut constater que si les deux insectes se mettent à striduler ensemble, il n'y a pas en général de synchronisme de l'émission, mais au contraire alternance. Sans détailler cette observation qui a trait davantage à l'étude du rythme, nous avons cité le fait, car les mesures des intensités des deux *Dectiques* ne révèlent pas de différences notables. Il n'y a donc pas de chant dominant comme ce sera le cas pour les *Ephippigères*.

Le plein chant, qui peut durer parfois plus d'une heure, présente des variantes d'intensité dans le temps sans que nous puissions, « *a priori* » et actuellement, les rapporter à une phase précise du comportement.

Des mesures effectuées toutes les 5 secondes sur ce type de chant donnent des valeurs moyennes de 47 db, ± 4 db. Les variations observées pour *D. albifrons* par exemple, sur des individus différents, donnent les valeurs suivantes, exprimées en db :

N° 1 : 45-45-48-45-43-46-45-50-45-45-46-50-44-45.
N° 2 : 45-45-45-44-45-45-45-45-45-45-45-45-45-45.
N° 3 : 45-46-45-47-45-46-47-46-46-44-47-46-47-46.

PLANCHE V.

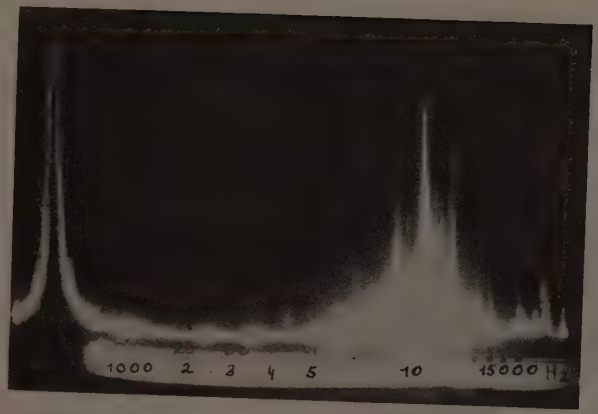


FIG. 19. — *Decticus verrucivorus*, mâle, stridulation de « départ ».

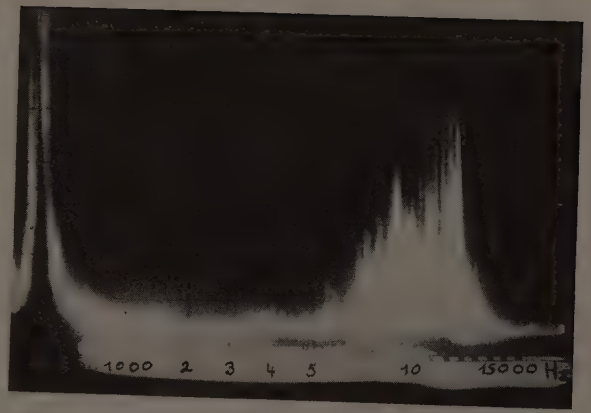
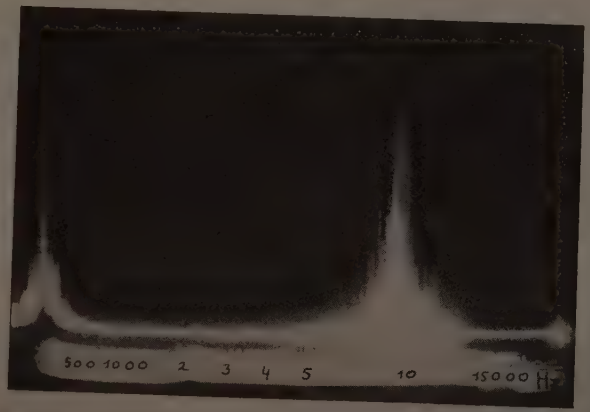
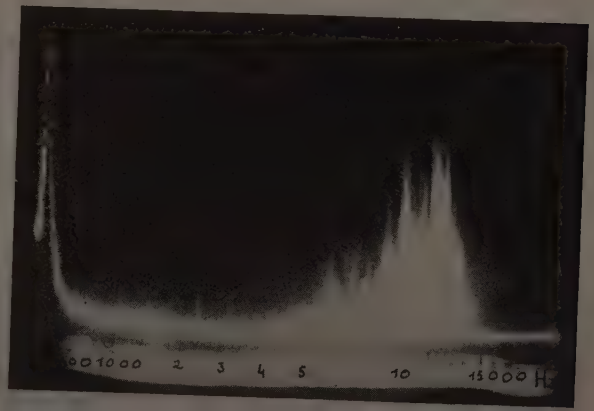


FIG. 20. — *Decticus verrucivorus*, mâle, stridulation de « plein chant ».





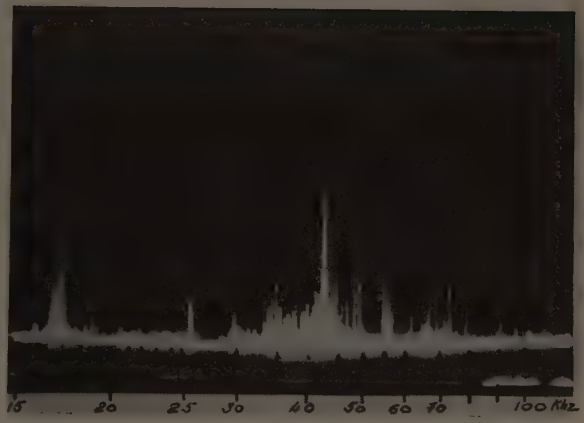


FIG. 23 (*). — *Decticus albifrons*, mâle, stridulation de « départ », gamme ultra-sonore.

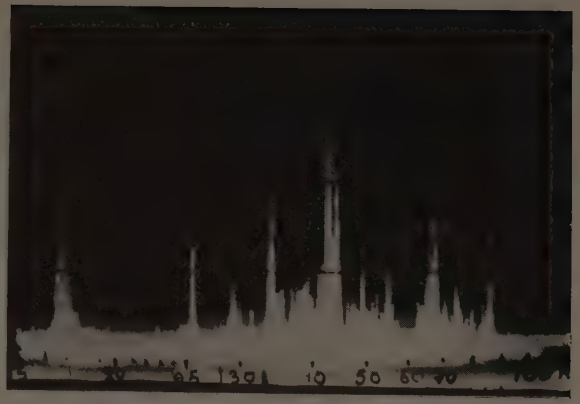


FIG. 24 (*). — *Decticus albifrons*, mâle, stridulation de « plein chant », gamme ultra-sonore.

(*) Dans une précédente publication (ref. 18) les photos 23 et 24 ont été inversées.

PLANCHE V. — Dectiques, gammes sonore et ultra-sonore.

2° **Etude des fréquences** : Les Dectiques ont une stridulation très aiguë dont une partie seulement se trouve dans la gamme des fréquences qui nous sont perceptibles. Les analyses révèlent que le spectre s'étend très au delà de ces limites.

La difficulté d'obtenir une analyse complète sur une bande de 100 000 Hz réside dans les limites de sensibilité des deux microphones nécessaires (limite supérieure du microphone électro-dynamique et limite inférieure du microphone à quartz), et il faut transposer les valeurs obtenues avec les deux détecteurs pour les ramener à des seuils d'amplitude comparables, et raccorder les deux spectres. Il pourra apparaître sur certains clichés entre ces deux limites, un vide qui ne correspondra probablement pas à la réalité et dans ce cas on sera en droit de récomposer le spectre (voir figure 54).

En principe, il ne devrait pas y avoir de différence importante entre la stridulation dite de départ et celle de plein chant, qui correspondent toutes les deux au même mécanisme. Mais en fait, la fréquence de résonance est plus élevée dans le cas de répétition de la fréquence de choc qui vient interférer et amplifier la résonance. Les spectres confirment ce fait et l'analyse du plein chant fait apparaître une plus grande complexité de bandes.

Déjà à l'oreille, le *D. verrucivorus* se distingue du *D. albifrons* par un chant plus ample et plus aigu. L'analyse confirme bien la sensibilité acoustique humaine, cet insecte en gamme sonore émettant sur une plus large bande que *D. albifrons*.

Les spectres de départ et de plein chant pour *D. verrucivorus* ont les caractéristiques données dans les tableaux n° XII et XIII, correspondant aux figures 19 et 20 de la planche V et 27 et 28 de la planche VI ; et pour *D. albifrons* les tableaux n° XII et XIII, les figures 21, 22, 23, 24 de la planche V, et 25 et 26 de la planche VI.

L'analyse de ces résultats (dont les figures 29 et 30 de la planche VI donnent les valeurs comparatives) montre que la stridulation de départ a un maximum entre 7 et 9 kHz pour *D. albifrons*, et 10-12 kHz pour *D. verrucivorus*, le spectre de ce dernier commençant plus bas (6 400 Hz) que le premier (7 500 Hz). Les plages d'émission sont également plus larges pour cette dernière espèce. En plein chant, dans les deux espèces, le spectre s'étale et les fréquences maxima s'enrichissent et passent à 10-12 pour *D. albifrons*, 12-14 pour *D. verrucivorus*. La gamme ultrasonore s'enrichit d'autres pointes, les limites inférieures et supérieures restant les mêmes, avec dans l'ensemble les principales plages, comparables pour les deux espèces, l'une entre 20 et 50 kHz, la seconde entre 70 et 80 kHz, la dernière entre 90 et 100 kHz.

Il est intéressant de constater que ces émissions comportent des fréquences ultrasonores très élevées atteignant les valeurs qui sont encore

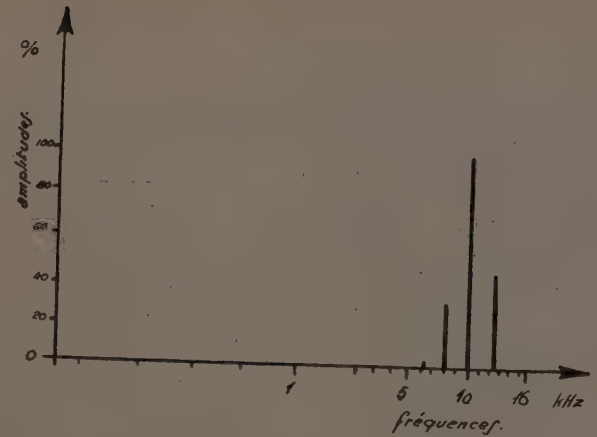


FIG. 25. — *Decticus albifrons*, mâle, « chant de départ », analyseur Siemens.

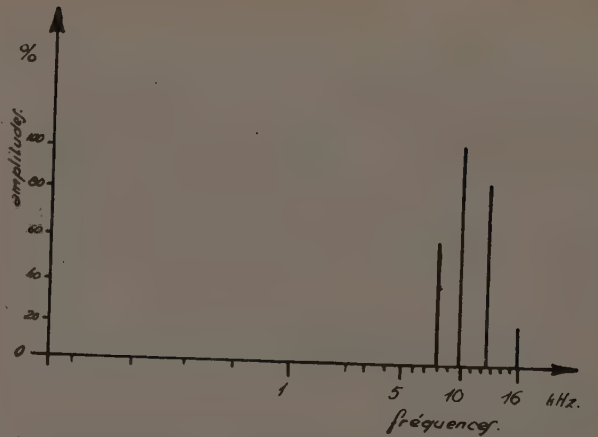


FIG. 26. — *Decticus albifrons*, mâle, « plein chant », analyseur Siemens.

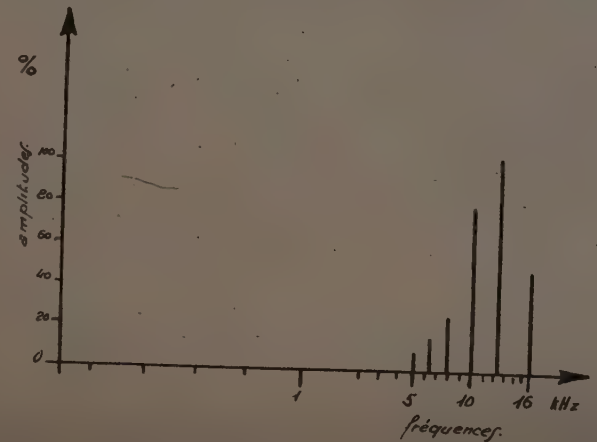


FIG. 27. — *Decticus verrucivorus*, mâle, « chant de départ », analyseur Siemens.

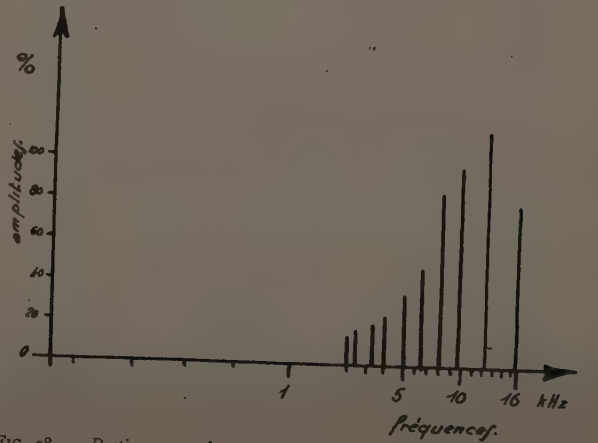


FIG. 28. — *Decticus verrucivorus*, mâle, « plein chant », analyseur Siemens.

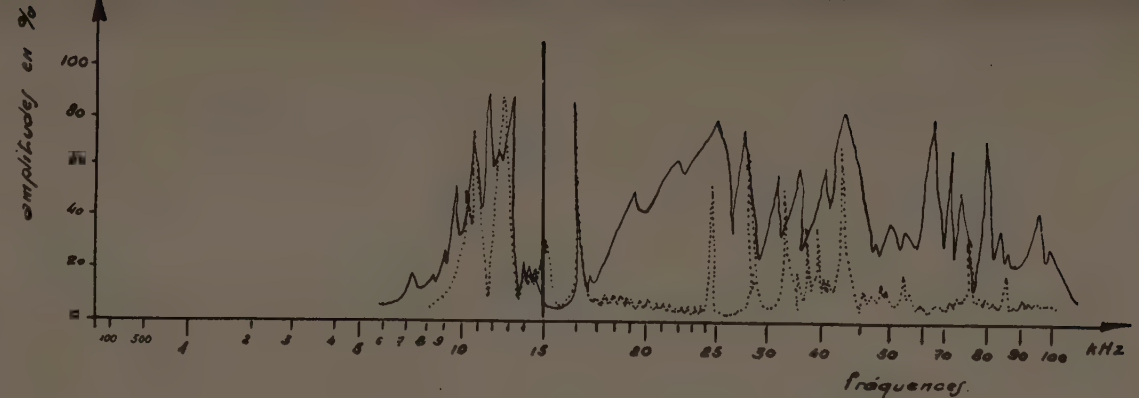


FIG. 29. — *Decticus albifrons*, ... « chant de départ » analyseur C. N. E. T.
— « plein chant » analyseur C. N. E. T.

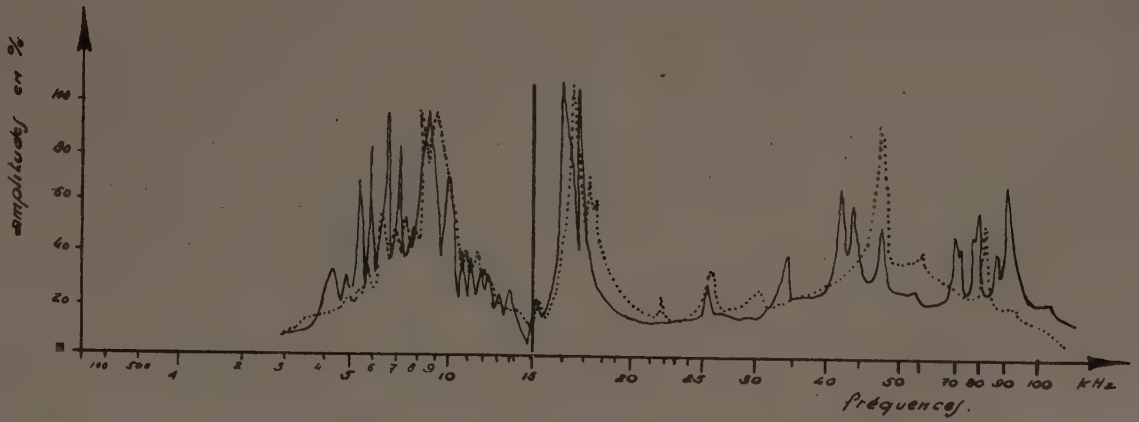


FIG. 30. — *Decticus verrucivorus* .... « chant de départ » analyseur C. N. E. T.
— « plein chant » analyseur C. N. E. T.

NB. Sur ces spectres sont figurées les fréquences existant dans la stridulation et non pas la valeur relative d'amplitude des différentes gammes, qui devra être calculée par la suite.

Tableau XII

Analyse des stridulations de Dectiques avec l'analyseur Siemens : (*Fréquences de la gamme audible jusqu'à 16 kHz. la fréquence d'amplitude maximum est marquée du signe +. Les autres du signe —*).

Decticus albifrons			*Decticus verrucivorus*		
Chant de départ			Chant de départ		
Heure	Temp. en °C	Fréquences observées et bande dominante (+)	Heure	Temp. en °C	Fréquences observées et bande dominante (+)
0,20	20	5-6,4-8-*10*-12,5-16	9,30	22	5-6,4-8-10-*12,5*-16
8	27	− + −	10,50	30	− − − − + −
11	38	− + −	12	27	− − − − + −
14,45	39	− − − + − −	13,10	40	− − − − + −
15,10	39	− + − − −	17,10	34	− − − − + −
16,20	34	− + −	17,30	30	− − − − + −
23,50	21	− + −	19	28	− − − + — −
			23	25	− − − − + −
Plein chant			Plein chant		
8	27	6,4-8-*10*-12,5-16	9,20	29	2-2,5-3,2-4-5-6,4-8-10-*12,5*-16
10	29	− − + − −	10,10	27	− − − − − − − + −
10,3	34	− − + − −	11	38	− − − − − − − + −
12,15	25	− − + − −	11,35	32	− − − − − − − + −
15,40	38	− + −	13	40	− − − − − − − + −
16	37	− − − + −	16,20	36	− − − − − − − + −
16,10	34	− − + − −	17	24	− − − − − − − + −
16,30	40	− − + − −	18,30	30	− − − − − − − + −
17,45	34	− + −	19	25	− − − − − − − + −
17,55	34	− + −			
19	25	− − + − −			

Tableau XIII

Analyse des stridulations de Dectiques avec l'analyseur du C.N.E.T. (en kHz) (limite de sensibilité 100 kHz).

Decticus albifrons			*Decticus verrucivorus*		
Chant de départ			Chant de départ		
Début du spectre	Bandes dominantes	Fin du spectre	Début du spectre	Bandes dominantes	Fin du spectre
7	9,8-15.24.27.32.40.50	82	5,5	10,5.12.28.35.48.65-75 80.90	98
7,5	10-20.25.50.70.90	100			
6,3	7,8-20.40.50.75.90	100	6,8	10,5.12.15.37.50.62.75 75.85	100
6,8	9-24.32.47.63.77.88	92			
6,2	7-11.18.36.50.71.94	100	5,5	14.17.35.48.65.70.87	95
7	11-15.21.34.45.74.87	90			
Plein chant			Plein chant		
8,5	12,5-15.30.34.43.48.55 68.72	80	7	8,2.10,8.13.15.18.38.50 68.74	74
6,8	12-15.40.50.62.74.90	100	6,7	9.10.13,2.18,5.39.52.72	100
7,8	10-15.20.25.30.36.40 47.57.60.70.78	100	6,5	11.12,8.14.5.17.40.50.82	100
6	9-11,5.13.20.24.37.58 68.94	100	6	7,8.10,5.12.14,5.20.40 47.80	100

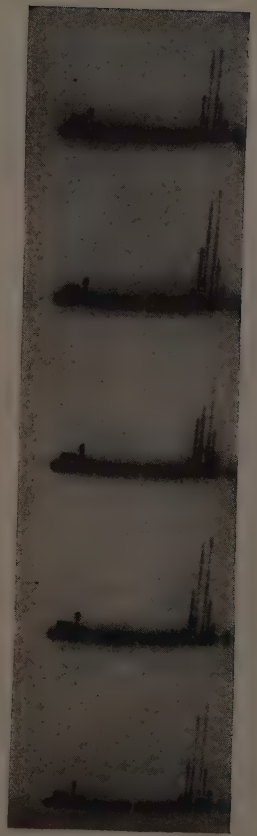


FIG. 31. — *Decticus albifrons*, mâle, « plein chant », gamme sonore, extrait de l'analyse d'une stridulation à l'analyseur Siemens, les pointes se trouvent de 5 000 à 16 000 Hz avec un maximum à 12 000 Hz.

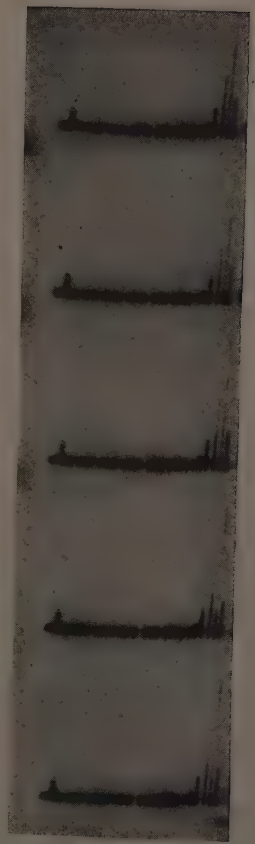


FIG. 32. — *Tettigonia viridissima*, extrait de l'analyse de la stridulation au Siemens, gamme sonore, les pointes se trouvent de 8 000 à 16 000 Hz, avec un maximum à 12 000 Hz.

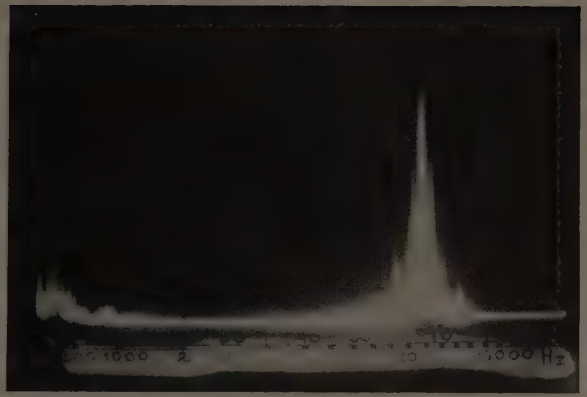


FIG. 33. — *Gambsocleis glabra*, « mâle, plein chant », gamme sonore.

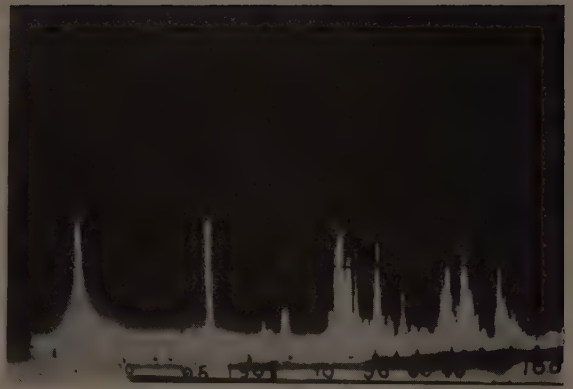


FIG. 34. — *Gambsocleis glabra*, mâle, « plein chant », gamme ultrasonore.

PLANCHE VII

susceptibles de produire une réaction sur le système nerveux de l'insecte (AUTRUM).

Au cours des observations dans la nature, on entend des stridulations qui, à l'analyse, se révèlent plus basses de 2 à 3 kHz que la moyenne des insectes. On a capturé ces Dectiques (surtout *D. albifrons*) et bien qu'aucune différence morphologique ne se manifeste, on a pu vérifier qu'en effet, leur émission était plus faible à la fois en intensité et en fréquences. On a alors constaté que tous ces individus présentaient sous leurs élytres, de nombreux exemplaires (jusqu'à 8) d'un Acarien parasite (1) qui par leur présence, pouvaient amortir les fréquences de résonance ; on pouvait penser qu'en débarrassant l'insecte de ses parasites, la stridulation redevienne normale ; nous n'avons pu cependant le vérifier car dans tous les cas où nous l'avons fait, les insectes déparasités sont restés silencieux. On peut également envisager de se trouver en présence d'une race physiologique, comme on l'observe dans d'autres espèces d'Orthoptères, en particulier les Gryllidés dont, entre autres caractères, le chant varie d'une race à l'autre. Ce point serait à vérifier ultérieurement.

B. — **Autres Tettigonides.**

Comme chez les Acridiens, nous avons étudié d'une manière plus sommaire quelques autres Tettigonides ayant une stridulation généralement comparable à celle des Dectiques. (Planche VII)

Le tableau ci-dessous montre bien, pour les gammes sonores comprises entre 5 kHz et 16 kHz, le parallélisme et les variantes de ces espèces par rapport aux Dectiques :

	Début du spectre	Fréquence d'amplitude maxima	Fin du spectre
	—	—	—
Decticus albifrons F.	7 500 Hz	10 000-12 000	16 000
Decticus verrucivorus L.	6 400	12 000-14 000	16 000
Gambsocleis glabra HERBST	8 000	10 500	14 000
Homorocoryphus nitidulus SCOP	10 000	11 000-14 000	16 000
Tettigonia viridissima L.	7 000	11 500	16 000

Pour les gammes ultrasonores de 16 à 100 kHz nous trouvons également un parallélisme frappant. En effet *Gamsocleis glabra* émet sur 3 plages principales entre 15 et 20 kHz, 40 et 55 kHz, et 68 à 74 kHz, avec une pointe vers 90 kHz. (Fig. 34). *Tettigonia viridissima* montre aussi trois plages principales autour de 45 kHz (niveau relatif 12 p. cent) autour de 70 kHz (niveau relatif 20 p. cent) et à 100 kHz (niveau relatif 10 p. cent). Pour *Homorocoryphus nitidulus*, sous toutes les conditions où les analyses ont pu êtres faites, aucun ultrason n'a pu être détecté et le spectre semble se terminer à 16 000 Hz. Cependant ce résultat étant contraire à tous ceux trouvés sur les Tettigonides, nous nous réservons de le

(1) *Trombidium.*

vérifier par d'autres méthodes. Ainsi il semblerait que, comme pour les Acridiens, les mesures que nous avons effectuées sur les Dectiques ont des valeurs qui se retrouvent comme lien de famille chez tous les Tettigonides étudiés.

III. — LES ÉPHIPPIÈRES

Chez ces Orthoptères les élytres sont très réduits et la partie stridulante, qui seule subsiste, est masquée partiellement par le *pronotum*. Le miroir qui se trouve seulement sur l'élytre droit est très développé. L'appareil stridulant, similaire dans son principe chez le mâle et la femelle, s'en différencie par la taille, la forme et la position du *pars stridens* et du tambour qui sont également plus développés chez le mâle.

Cette famille présente un intérêt acoustique particulier. En effet, il est facile d'observer dans la nature et au laboratoire, l'émission par les mâles de chants dits « de conversation » qui provoquent des réponses des insectes auditeurs. (Nous avons pu également obtenir de telles réponses par des stridulations d'insectes d'espèce différente ou par des signaux artificiels.) Enfin, à côté des *Tettigonides*, dont nous n'avons pu distinguer qu'un type de chant, ces espèces ont trois stridulations différentes correspondant à des états particuliers.

Le chant dit « de conversation » comprend un pseudo-dialogue entre un insecte émetteur qui commence de striduler et un ou plusieurs individus qui lui répondent. Nous avons donc séparé dans nos analyses, le chant du premier que nous avons appelé « le leader » (entraîneur) du « chant de réponse ». Déjà à l'oreille ils sont reconnaissables facilement, le timbre du leader étant plus aigu.

Nous avons pu distinguer aussi une stridulation de défense, produite également par la femelle, lorsque les insectes sont surpris ou dérangés par un autre insecte, ou que l'expérimentateur les prend dans la main.

Nos observations ont été faites sur quatre espèces :
E. bitterensis, *E. cunii*, *E. provincialis* et *E. ephippiger*, soit dans la nature dans les divers biotopes, soit réunies au laboratoire.

Nous avons résumé à titre d'exemple des valeurs d'analyse trouvées dans les divers chants dans le tableau ci-dessous, exprimées en kHz.

On consultera également les figures nº 35 à 47 qui se rapportent à ces diverses émissions.

L'examen de ces chiffres appelle plusieurs commentaires.

L'espèce la plus grosse, *E. provincialis* est celle dont l'émission est la moins aiguë, et la plus faible, *E. ephippiger* est celle dont la fréquence maximum est la plus élevée. Les fréquences dominantes dans la gamme audible sont également les plus hautes pour cette dernière espèce. Mais dans l'ensemble, les spectres ont à peu près les mêmes plages pour les

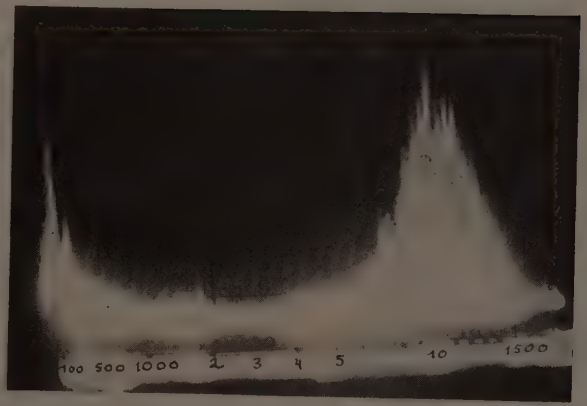


FIG. 35. — *Ephippiger bitterensis*, mâle, stridulation de « défense ».

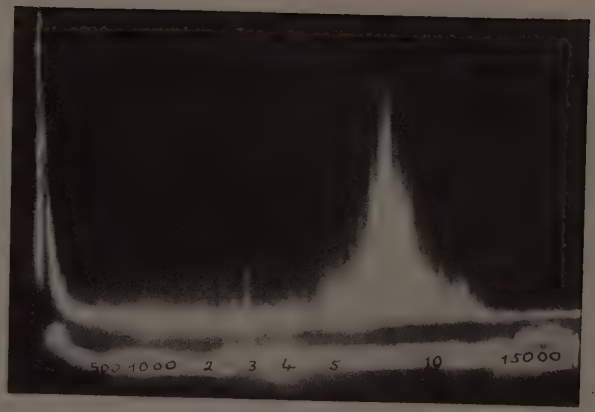


FIG. 36. — *Ephippiger bitterensis*, femelle, stridulation de « défense ».

FIG. 37. — *Ephippiger bitterensis*, conversation, chant de

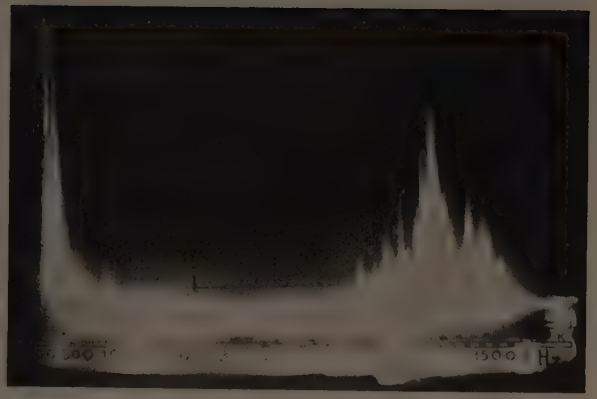


FIG. 39. — *Ephippiger provincialis*, conversation, chant du « leader ».

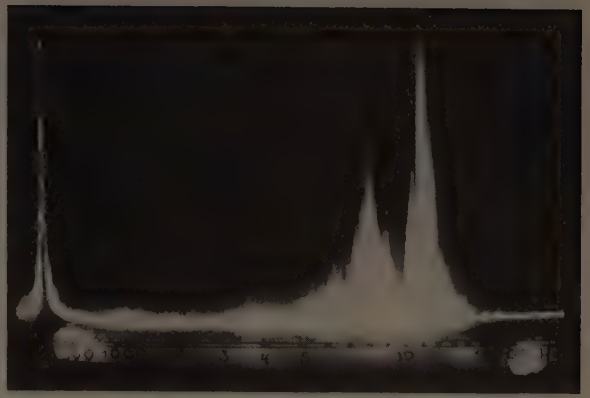


FIG. 40. — *Ephippiger provincialis*, conversation, chant du « leader » et du « répondant », sur la même photo.

PLANCHE VIII
Ephippigères.

PLANCHE IX.

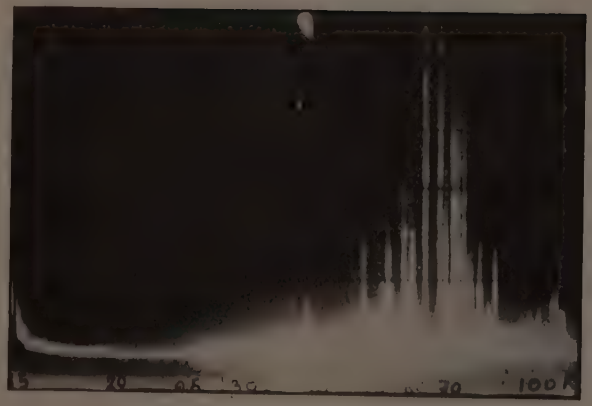


FIG. 41. — *Ephippiger cunii*, gamme sonore.

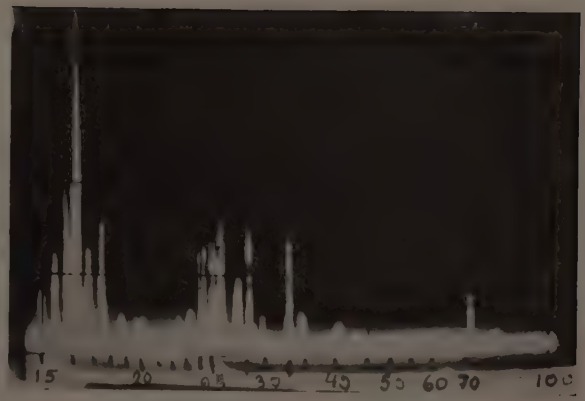


FIG. 42. — *Ephippiger cunii*, gamme ultrasonore.

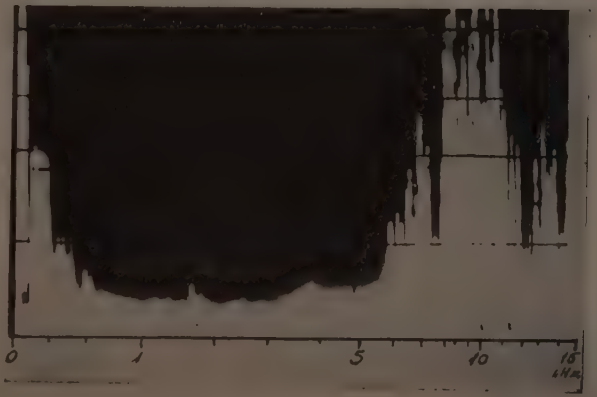
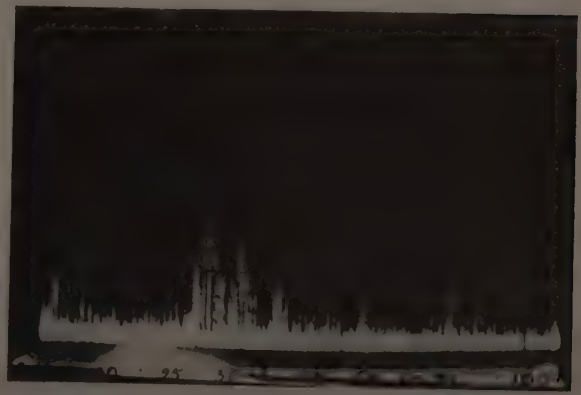


FIG. 43. — *Ephippiger ephippiger*, gamme sonore.



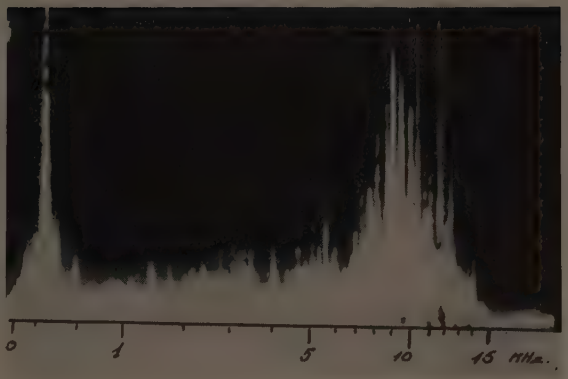


Fig. 45. — *Ephippiger bitterensis*, gamme sonore.

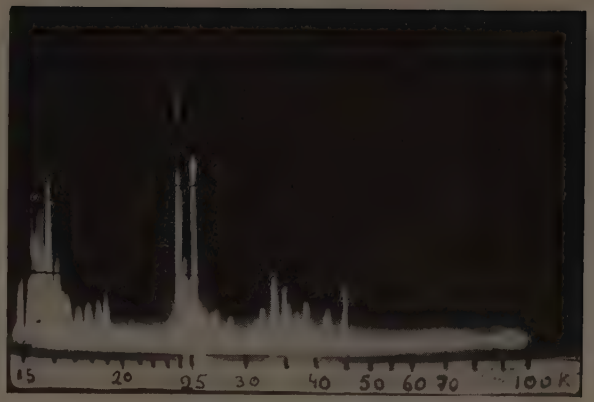


Fig. 46. — *Ephippiger bitterensis*, gamme ultrasonore.

Planche IX.
Ephippigères, stridulation du « leader », spectre complet.

4 espèces. Nous avons d'ailleurs constaté, dans des expériences qui ne seront pas relatées ici, que la stridulation d'un individu d'une espèce est susceptible de déclencher les réponses des autres espèces, ce qui tendrait à appuyer notre observation du parallélisme des divers spectres.

TABLEAU XIII (*bis*)

Valeurs trouvées pour les chants de divers Ephippigères.

Chant de conversation LEADER	*E. bitterensis*	*E. cunii*	*E. provincialis*	*E. ephippiger*
Début du spectre..	6	7.3	6.4	7
Fin du spectre....	50	40	40	75
Bandes d'amplitude maximum.....	12.18.20.25.28.35.43	12.17.23.28.32.35	11,9.18.25.34	14.24.28.32.34.40
RÉPONSE				
Début.....	6	7	6,8	6,9
Fin.....	45	30	34	70
Maxima.....	9,2.16.25.32	13,8.17.26	9.15.27	9,2.18.30.37
DÉFENSE DU MÂLE				
Début.....	6	6,5	5	6,8
Fin.....	50	40	42	65
Maxima.....	10.17.20.27.35.45	12.20.25.36	8.11.18.25.34	13.26.39.54
DÉFENSE DE LA FEMELLE				
Début.....	4,6	6	4,3	6
Fin.....	40	37	39	52
Maxima.....	7,5.8.18.20.27	9.18.32	7,5.17,8.27.36	12,2.18.27.36.42

Le chant du leader est toujours plus élevé de 2 à 5 kHz par rapport à celui de réponse ; il est du reste intéressant de noter que d'un instant à l'autre, l'insecte peut émettre l'un ou l'autre chant.

Cette différence entre les chants est illustrée par la figure 40 qui représente l'analyse d'un enregistrement des deux chants simultanés, de deux insectes. La plage haute de droite correspond au chant du leader, la plage qui lui fait suite à gauche est celle du répondant.

Les chants de défense sont très proches de ceux émis lors de la stridulation du leader et sont légèrement plus faibles pour la femelle. Ceci est assez étonnant, étant données les différences morphologiques profondes des 2 organes d'émission et ne facilite guère l'interprétation mécanique du fonctionnement de ces organes.

L'étude des intensités des stridulations présente un certain intérêt. Malheureusement nos données sont incomplètes, car nous n'avons pu obtenir les appareils de mesure en même temps que nous avions les

différentes espèces. Nous donnerons quelques résultats pour *E. bitterensis*, *E. cunii* et *E. provincialis*.

Pour *E. bitterensis*, en gamme audible, la stridulation de conversation est de 56 db. pour le chant de réponse et 60 db. pour le chant du leader. L'amplitude du leader est donc 1,6 fois plus grande que celle des répondants.

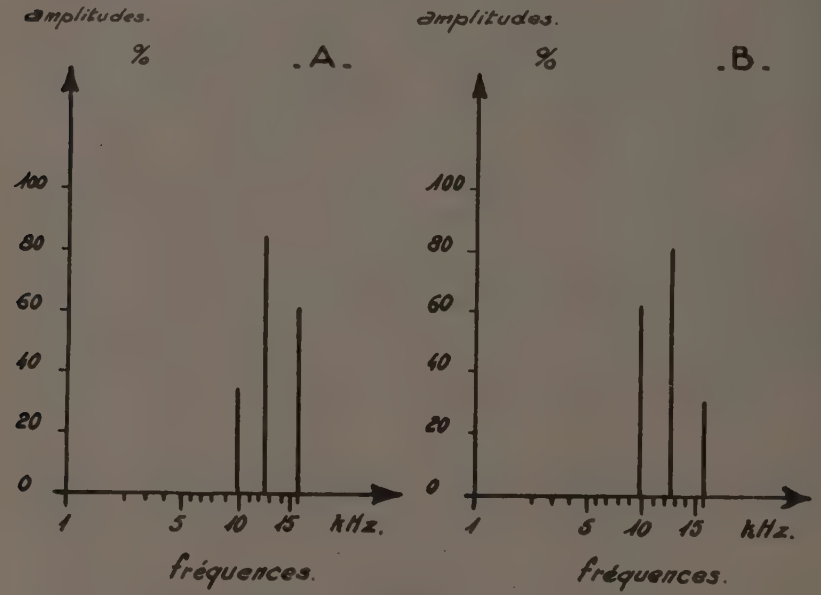


FIG. 47. — Spectre relevé au Siemens; *Ephippiger cunii*, mâle, chant de « conversation », A) « leader », B) « réponse ».

E. provincialis et *E. cunii* émettent avec une intensité plus forte que *E. bitterensis*, 63 db pour le premier avec quelques pointes à 67, et 63 db également pour le deuxième, le leader émettant toujours de 4 à 5 db au-dessus. Le cri de colère des mâles et des femelles donne les valeurs moyennes suivantes pour les 4 espèces.

	Mâle	Femelle
E. bitterensis	66 db.	58 db.
E. cunii	70	60
E. provincialis	65	60
E. ephippiger	60	57

Ces différences d'intensité confirment les résultats des valeurs des spectres et indiquent que celles-ci sont toujours plus faibles pour les femelles.

L'analyse au spectromètre Siemens permet de bien saisir le rapport fréquence-intensité différenciant par exemple, le chant du leader du

chant de réponse. Nous donnons fig. 47, les valeurs observées à l'analyseur Siemens pour ces chants. Pour les 2 insectes l'intensité maximum est la même, mais le rapport des deux bandes de gauche et de droite varie en sens inverse dans les 2 cas, se déplaçant en faveur des fréquences élevées pour le leader, et vers les fréquences plus basses pour le chant de réponse.

Nous n'avons pu constater de différences appréciables des valeurs des spectres ou des niveaux, en fonction des facteurs du milieu.

IV. — LES GRYLLIDES

A part *Oecanthus*, nous n'avons pu encore aborder l'étude détaillée des stridulations de ce groupe en rapport avec le comportement. Nous avons entrepris néanmoins quelques séries de mesures qui se sont révélées suffisamment significatives et particulières pour qu'elles soient introduites ici, afin de comparer les fréquences de ces spectres d'émission avec les autres espèces déjà décrites.

Nous avons été amené à introduire les valeurs de ces espèces à la suite d'analyses faites sur la stridulation de *Gryllotalpa* dont le spectre était d'une simplicité remarquable. Le Prof. P. GRASSE nous a, par la suite, fait entreprendre une étude sur *Oecanthus*, qui s'est révélée avoir des caractères très comparables à *Gryllotalpa* ; nous avons complété ces observations par quelques mesures comparatives sur *G. domesticus*. Les études que nous rapportons ici ne portent donc que sur les spectres de fréquence.

A. — Gryllotalpa gryllotalpa.

Nous avons pu faire des enregistrements et des analyses au cours des diverses années de nos travaux, dans divers lieux, à diverses saisons, toujours de nuit et sur des insectes stridulant soit à la sortie des terriers, soit même dans leurs galeries souterraines. Nous rapporterons que dans un jardin de terre meuble, à Alès en 1950, une observation a pu porter sur une Courtilière qui émettait dans son terrier, alors que l'orifice de sortie et l'insecte étaient invisibles : le chant était si fort que les vibrations de l'insecte étaient communiquées à la terre qui le recouvrait, sur un rayon de 20 cm.

Dans les régions de travail, les émissions commencent environ 1 h après le coucher du soleil et se prolongent jusqu'à 3 et 4 h du matin. La stridulation est très caractéristique, en longues trilles qui peuvent

durer de quelques minutes à 1/2 h. L'orientation à l'oreille pour la détection des insectes est extrêmement délicate, selon l'oreille utilisée le chant semble venir de gauche ou de droite ; d'autre part, les insectes perçoivent toutes les vibrations du sol, ce qui transforme la pose d'un microphone et des câbles, en une épreuve de longue patience qui n'est pas toujours récompensée.

Au laboratoire, en terrarium, nous n'avons pu, jusqu'à présent obtenir de stridulations de cet insecte, et dans la nature, il nous était difficile de pouvoir rapporter le chant à un comportement particulier.

Nous devons cependant rappeler que MALENOTTI (1926) a décrit pour cette espèce le chant du mâle et de la femelle, avec trois types d'émission : chant de frayeur, chant de cour, et chant de provocation.

Le spectre de fréquence de l'émission se présente en une pointe étroite d'environ ≠ 500 Hz, et qui oscille entre 3 et 4 000 Hz (fig. 51) (selon les individus), se comportant presque comme une fréquence pure. En poussant les capacités de l'analyseur, on peut voir apparaître les harmoniques 2 et 3 de la fréquence fondamentale (fig. 52). Le tableau XIV donne les diverses valeurs observées sur différents individus.

TABLEAU XIV

Stridulation nocturne du mâle de Gryllotalpa (en Hz) (Observations prises au hasard parmi un grand nombre d'individus).

Heure	Température au sol en °C	Hygrométrie en p. cent	Limite inférieure du spectre	Limite supérieure	Fréquence d'ampl. max.
23	25	75	3 800	4 300	3 900
23,30	25	75	3 200	4 000	3 200
23	24	65	2 500	4 000	3 200
23,35	24	78	2 500	3 500	3 000
22	24	88	2 800	3 200	3 000
22	25	70	2 700	3 000	2 850
0,30	23	77	3 300	3 500	3 000

B. — Oecanthus pellucens

L'étude détaillée sur cet insecte n'est pas suffisamment avancée pour que nous la développions ici. Nous ne donnerons que certains résultats préliminaires se rapportant à notre travail d'ensemble.

L'*O. pellucens* stridule à partir de la nuit tombante jusqu'à 3 et 4 h du matin. Nous avons pu observer trois sortes de stridulations :

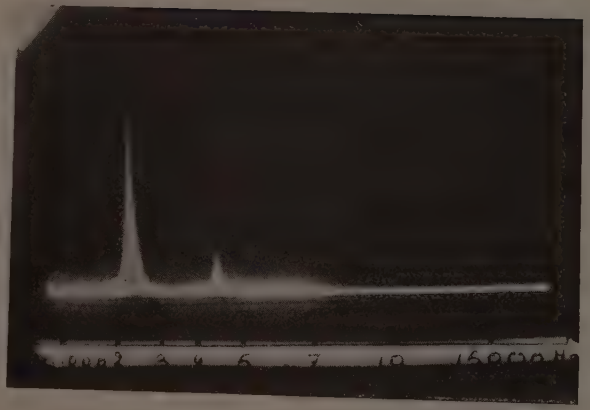


FIG. 48. — *Œcanthus pellucens*, mâle, stridulation de « Warning » à l'approche d'un autre mâle.

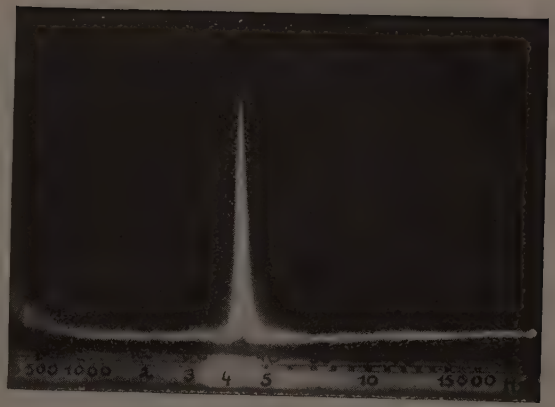


FIG. 51. — *Gryllotalpa gryllotalpa*, mâle, stridulation à la sortie du terrier.

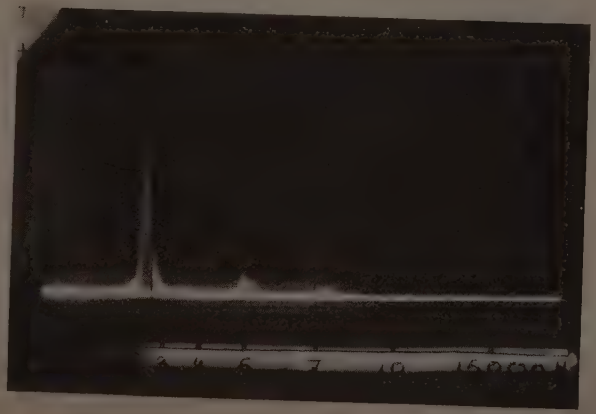


FIG. 49. — *Œcanthus pellucens*, mâle, stridulation apparemment « indifférente ».

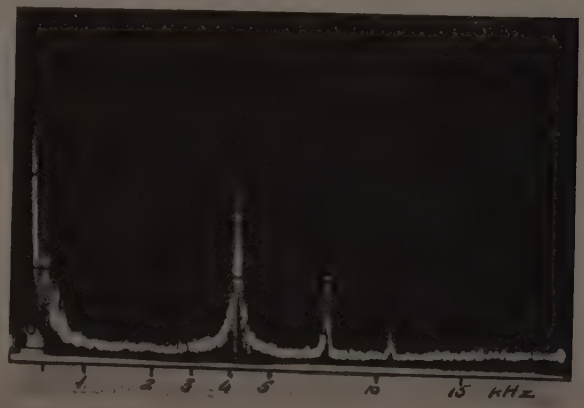


FIG. 52. — *Gryllotalpa gryllotalpa*, mâle, stridulation apparemment

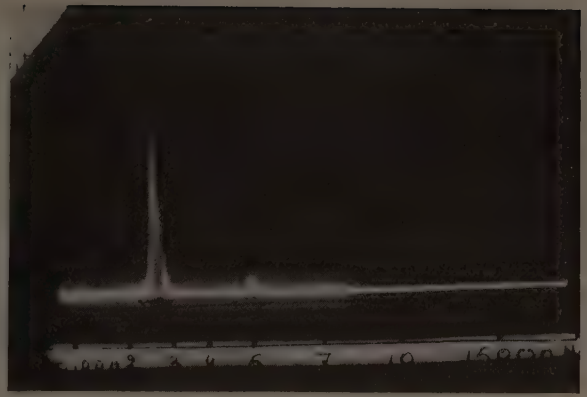


FIG. 50. — *Œcanthus pellucens*, mâle, stridulation de « cour ».

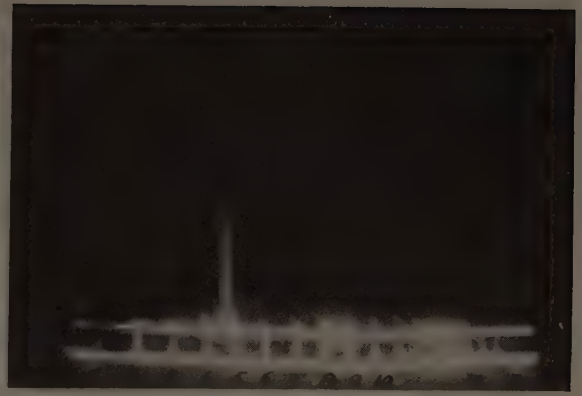


FIG. 53. — *Acheta domestica*, mâle, stridulation continue « indifférente ».

PLANCHE X. — Gryllides.

Chant de « cour », que l'insecte émet avant l'accouplement quand la femelle est à proximité (10 cm environ) (fig. 50).

Chant de « Warning », émis lorsqu'un autre mâle approche du canton dans lequel l'insecte chante et se déplace (à une distance de 10 à 12 cm) (fig. 48).

Un troisième type de chant paraissant du type « indifférent » est celui que le mâle émet pendant de très longues périodes (fig. 49). Nous ne pouvons actuellement avoir une opinion sur la réalité de cette indifférence apparente. Nous lui attribuerons provisoirement ce terme, car il est émis en dehors des deux stimuli décrits dans les autres cas. (Nous pensons cependant qu'il pourrait s'agir d'un chant de quête.)

Le spectre des fréquences des diverses stridulations est du même type que celui de *Gryllotalpa*. On a une bande très étroite de 200 Hz environ, située entre 2 200 et 2 800 Hz, avec également les harmoniques 2 et 3 (sur 5 000 et 7 000 Hz).

Il y a très peu de différences analytiques entre les fréquences des divers chants. Cependant comme ces stridulations sont dans la bande de la plus grande sensibilité de l'oreille humaine, nous percevons des variantes qui à l'analyse ne sont pas significativement attribuables à la fréquence.

Le tableau n° XV résume les diverses fréquences qui ont pu être observées sur plusieurs insectes dans les trois types de stridulation. On note des différences individuelles, et une seule variable notable : une fréquence moyenne plus basse pour le chant dit « indifférent ».

TABLEAU XV

Fréquence des différentes stridulations d'Œcanthus pellucens *pour différents individus.* (en Hz).

Stridulation indifférente	Stridulation de cour	Warning (défense)
2 100	2 500	2 250
2 090	2 400	2 250
2 100	2 400	2 250
2 300	2 550	2 520
2 100	2 420	2 510
2 350	2 460	2 540
2 800	2 540	2 540
2 500	2 605	2 520
2 580		

Nous n'avons observé aucune différence de fréquence en fonction des facteurs du milieu, température et hygrométrie. Nous rappelerons que PIERCE dans son étude sur les *Oecanthus* américains trouve une fon-

damentale et 5 harmoniques dans les diverses espèces étudiées ; cette fréquence étant notablement plus basse que celle d'*O. pellucens*.

1 417 Hz pour *O. nigricornis* et 5 harmoniques
1 222 — — *O. niveus*
1 815 — — *O. pini*
1 901 — — *O. quatripunctatus*
(d'après PIERCE).

C. — Gryllus domesticus (Acheta domestica)

G. domesticus n'a pas été étudié dans le détail de son comportement. Nous avons seulement voulu nous rendre compte du rapport général du spectre de son émission du type « indifférent » avec celles des deux autres espèces. C'était également l'occasion de comparer nos méthodes avec le seul insecte commun à nos études et à celles de PIERCE.

Compte tenu des variations individuelles qui s'étagent sur ± 500 Hz, la fréquence dominante est de 4 500 Hz, et le spectre présente un type analogue à ceux des autres *Gryllidae* décrits (fig. 53) (PIERCE donne 3 800 Hz comme fréquence dominante du chant ordinaire).

VI. — CONCLUSION

Dans le cadre du programme où ce travail s'inscrit, nous apportons un certain nombre de réponses aux questions posées. Notre recherche est certes plus statique que dynamique, ce qui correspondait cependant à son but : définir les fréquences et les niveaux des émissions faites dans certaines familles d'Orthoptères.

Indépendamment des données analytiques se rapportant à chaque espèce, il se dégage de cette étude certains faits qu'il paraît nécessaire de commenter brièvement :

1° Les techniques que nous avons utilisées présentent encore certaines lacunes qui ne nous ont pas échappé (fig. 54). Au fur et à mesure qu'elles se perfectionneront, nous serons amenés à vérifier certains points, car nos résultats actuels ne doivent être considérés comme valables qu'en fonction de l'appareillage employé. Dans leur ensemble, ils recoupent cependant les quelques rares données qui ont été publiées au cours de ces dernières années et les complètent. Nous avons eu le privilège de pouvoir donner la courbe complète du spectre des fréquences, ce qui apporte une contribution nouvelle présentant un intérêt tout particulier.

2° La fréquence et les niveaux des diverses émissions des espèces étudiées, ne sont qu'une partie de l'analyse des stridulations. Les enregistrements qui ont été faits au cours des quatre années d'observation dans la nature pourront nous permettre de compléter ces données par l'analyse de la modulation.

Nous pensons actuellement que ce dernier paramètre présente le plus grand intérêt pour l'étude complète de la stridulation.

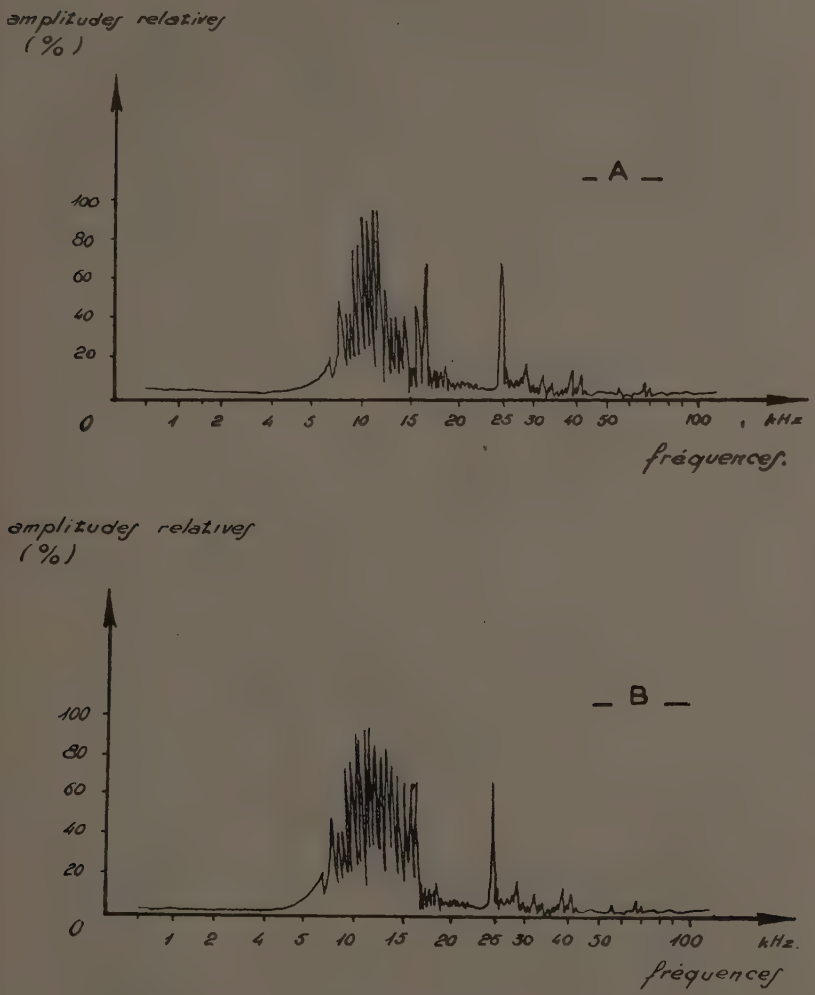
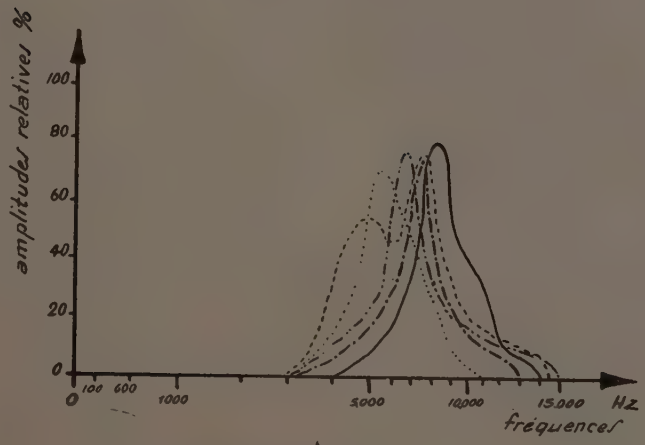


Fig. 54. — Ephippiger cunii — *a*) spectre obtenu de 0 à 100 kHz — chant de conversation entre mâles *b*) même spectre de 0 à 100 kHz, corrigé selon l'erreur probable.

3° Les fréquences qui ont été précisées apparaissent comme pouvant être assez facilement produites par les appareils d'électroacoustique modernes : sifflet, sirène, quartz vibrant, ionophone, ce qui pour l'avenir du travail expérimental est important.

COMPARAISON DES SPECTRES ACOUSTIQUES DES GROUPES ÉTUDIÉS

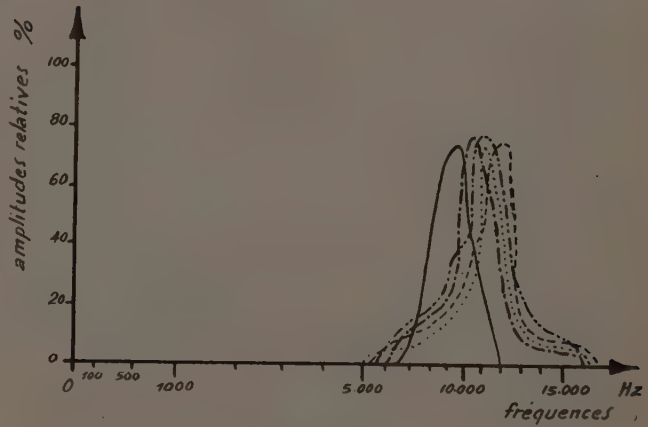
ACRIDIDAE ♂



A

Locusta migratoria (L.)
Euchorthippus pulvinatus (F.)
Chorthippus jucundus (Fisch.)
Stauroderus mollis (Charp.)
Dociostaurus maroccanus (Thumb.)

TETTIGONIIDAE ♂



B

Decticus verrucivorus (L.)
Homorocoryphus nitudulus (Scop.)
Gampsocleis glabra (Herbst.)
Tettigonia viridissima (L.)
Decticus albifrons (F.)

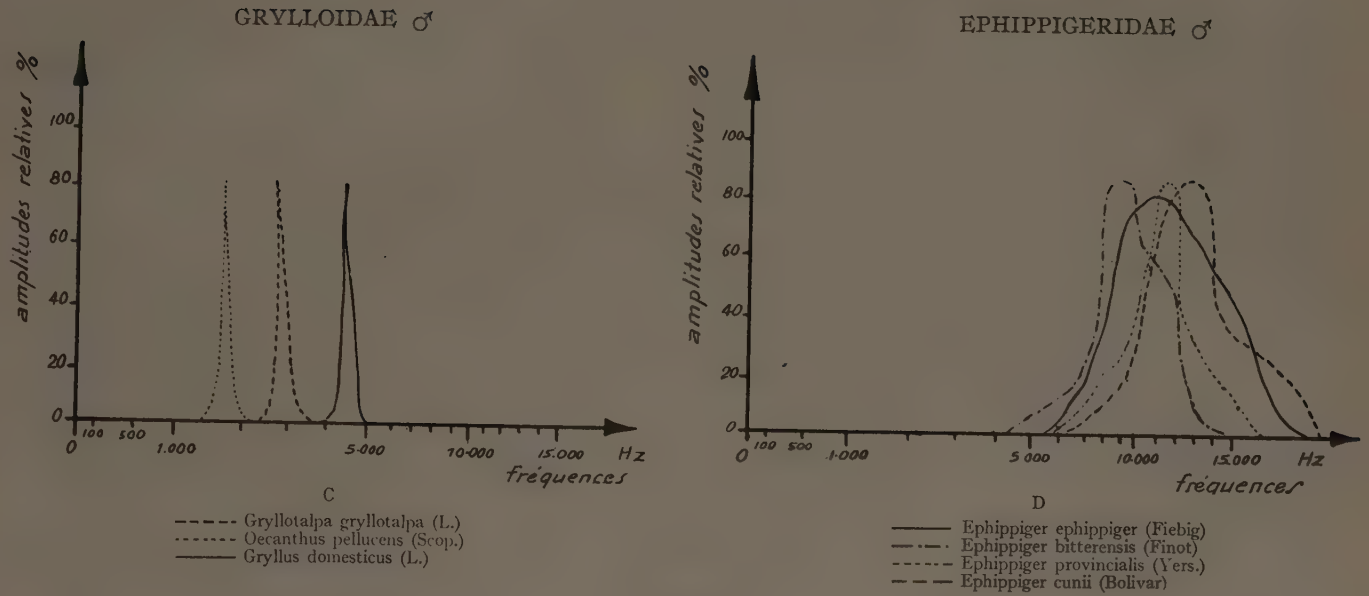

GRYLLOIDAE ♂
amplitudes relatives %
100
80
60
40
20
0
0
100
500
1.000
5.000
10.000
15.000
Hz
fréquences
C
Gryllotalpa gryllotalpa (L.)
Oecanthus pellucens (Scop.)
Gryllus domesticus (L.)
EPHIPPIGERIDAE ♂
amplitudes relatives %
100
80
60
40
20
0
0
100
500
1.000
5.000
10.000
15.000
Hz
fréquences
D
Ephippiger ephippiger (Fiebig)
Ephippiger bitterensis (Finot)
Ephippiger provincialis (Yers.)
Ephippiger cunii (Bolivar)

FIG. 55.

4° Les fréquences des spectres d'émission ont des valeurs relativement constantes pour chacun des groupes étudiés : *Acridoidea, Tettigonidoidea, Grylloidea.*

5° On peut presque caractériser les trois groupes d'Orthoptères étudiés par les gammes d'émission et l'allure générale du spectre compris entre 1 000 et 16 000 Hz. Les Acridiens ont un spectre en cloche qui s'étend de 3 000 à 15 000 Hz. Les Tettigonides ont un spectre plus complexe, présentant plusieurs sommets, et s'étendant de 5 000 à 100 000 Hz. Les Gryllides ont un spectre très étroit, ne présentant qu'une fréquence dominante, entre 1 500 et 5 000 Hz (fig. 55).

6° Dans chaque espèce où la femelle stridule, son émission est presque toujours moins aiguë que celle du mâle, aussi bien en fréquence qu'en niveau.

7° Dans les divers états du comportement qui se manifestent par une stridulation, les caractères de « fréquence » et de « niveau » varient. L'étude que nous avons faite le précise, mais nous ne l'avons détaillée que pour certains cas. L'analyse de la « modulation » permettra probablement de mieux définir des différences entre les chants émis par les insectes suivant leurs divers comportements.

8° Nous avons pu « enregistrer » toutes les diverses stridulations examinées dans ce travail ; ces documents permettront d'aborder la seconde phase des recherches : l'expérimentation concernant l'action des vibrations sur le comportement des Orthoptères.

Reçu pour publication le 21 avril 1953.

BIBLIOGRAPHIE

ALLARD (H. A.). — Synchronism and synchronic rhythm in the behaviour of certain creatures (Orthoptères). *Amer. Nat. New-York*, **51,** 438-446, 1917.

ALLARD (H. A.). — A musical Cricket-like chirping of a grasshoper. *Science, New-York*, **48,** 67-68, 1918.

ALLARD (H. A.). — Rhythmic synchronism in the chirping of certain crickets and locusts. *Amer. Nat.*, **52,** 548-52, 1918.

ALLARD (H. A.). — Our insect instrumentalists and their musical technique. *Ann. Report of the Smith. Inst.*, 563-591, 1928.

ALLARD (H. A.). — The last meadow katydid. A study of its musical reaction to light and temperature. *Trans. Am. Ent. Soc.*, **4,** 155-164, 1929.

ALLARD (H. A.). — The chirping rates of the snowy tree cricket (*Oecanthus niveus*) as affected by external conditions. *Canad. Entomol.* **62,** p. 131, 1930.

AUGER (D.) et FESSARD (A.). — Observation sur l'excitabilité de l'organe tympanique du criquet. *C.R. Soc. Biol.*, **99,** n° 23, 400-401, 1928.

AUTRUM (H.). — Das Stridulieren und der Hören der Ameisen. *Ber. Ges. Natur. Fr.*, 210-219, 1936.

AUTRUM (H.). — Uber Lautäusserungen und Schallwahrnehmung bei Arthropoden I-II. *Zeitsch. für vergl. Phys.*, **28,** 326-352, 1940.

AUTRUM (H.). — Uber Gehör und Erschütterungssim bein Locustiden. *Z. f. vergl. Physiol.*, **28,** 580-637, 1941.

AUTRUM (H.). — Schallempfang bei Tier. und Mensch. *Naturwiss.*, **30,** 67-77, 1942.

AUTRUM (H.). — Uber Energie und Zeitgrenzen der Sinnesem pfindungen *Naturwiss.*, **35,** 12, 361-369, 1948.

AUTRUM (H.) et SCHNEIDER (W.). — Vergleichenden Unterschungen uber den Erschütterungssinn der Inseckten. *Z. f. Vergl. Physiol.*, **31,** 77-88, 1948.

BAIER (L.). — Contribution to the physiology of the stridulation and hearing of Insects. *Zool. Jahr.*, **4,** 151-248, 1930.

BENEDETTI (E.). — Comportamento e propagazione dei potentiali di azione di origine neuroacustica in alcuni ortotteri. *Boll. Soc. ital. Biol. sper.*, **26,** nº 5, 738-41, 1950.

BENEDETTI (E.). — La percezione degli ultrasuoni in alcuni ortotteri. *L'Aténéo Parnense*, **22,** Fasc. 3-4, p. 11, 1950.

BENEDETTI (E.). — Potenziali neuroacustici prodotti da ultrasoni in alcuni ortotteri. *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.*, **26,** nº 5, 1950.

BROUGHTON (W. B.). — Gramophone studies of the stridulation of British Grasshoppers. *Jour. South-West Essex, Techn. Coll. London*, vol. III. nº 3, 170, 1952.

BUSNEL (R. G.) et CHAVASSE (P.). — Recherches sur les émissions sonores et ultrasonores d'Orthoptères nuisibles à l'agriculture. Etude des fréquences. IIe Congrès International d'ultracoustique, Rome 1950. *Nuovo Cimento*, Supplément Vol. 7, Série IX, nº 2, 470-486, 1950.

BUSNEL (M. C.) DEGROIS (M.) et BUSNEL (R. G.). — Variations des stridulations de *L. migratoria* mâle, selon la patte utilisée par l'insecte. IXe Congrès International d'Entomologie, *Amsterdam*, 1951, in *Physiologia Comparata* et *Œcol.*, III, nº 1, 18-24, 1953.

CHOPARD (L.). — La biologie des Orthoptères. *Paul Lechevalier, Edit.* Paris, 1938.

CHOPARD (L.). — Faune de France, **56,** Orthopteroïdes. *Lechevalier, Paris. 1951.*

DELMAS (R.) et RAMBIER (A.). — Notes orthoptérologiques. *Bull. Soc. Ent., Fr.* **55,** 35-40, 1950.

DELMAS (R.) et RAMBIER (A.). — Contribution à l'étude de la répartition du Criquet marocain (*Dociostaurus maroccanus* THUMB.) en France continentale. *C. R. Acad. Sc.*, **232,** 566-567, 1951.

EVANS (E. J.). — Stridulation noise of locusts, *Proc. Royal Ent. Soc. London.*, **27,** 4-6, 39-42, 1952.

EYRING (P.). — Jungle's acoustic. *Jour. Acous. Soc. Amer.*, **18,** nº 2, 257, 1946.

FABER (A.). — Die Lautäusserungen der Orthopteren Vergleichende Untersuchungen. *Ztschr. Morph. Oekol. Tiere.*, **13,** 745-803, 1929.

FABER (A.). — Die Lautäusserungen der Orthopteren II. *Ztschr. Morph. Oekol. Tiere.*, **26,** 1-93, 1932.

FABER (A.). — Die Laut. und Bewegungäusserungen der Oedipodinen. *Ztschr. wiss. Zool.* **149,** 1-85 1936.

FULTON (B. B.). — Physiological variation in the snowy tree cricket, *Oecanthus niveus*, de Geer. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **18,** 363-83, 1925.

FULTON (B. B.). — North Carolina singing Orthoptera. *J. Elis. Mitch. Sci. Soc.*, **47,** 55-69, 1932.

FULTON (B. B.). — Rhythmic synchronism, and alternation in the stridulation of Orthoptera. *Jour. Elis, Mitch. Sci. Soc.*, **50,** p. 263, 1934.

FULTON (B. B.). — The seasonal succession of Orthopteran stridulation near Raleigh, N. C. *J. Elis. Mitch. Sci. Soc., U.S.A.*, **67,** 1, 87-95, 1951.

GALAMBOS (R.) et GRIFFIN (D. R.). — Obstacle avoidance by flying bats : the cries of bats. *J. of Exp. Zool.*, **89,** 3, 475-490, 1942.

GRASSE (P. P.). — Traité de Zoologie. *Masson et Cie, Edit.*, **9**, 618-722, 1949.
GRIFFIN (D. R.) et GALAMBOS (R.). — The sensory basis of obstacle avoidance by flying bats. *J. of. Exp. Zool.*, **86**, 83, 481-504, 1945.
GRIFFIN (D. R.). — The navigation of bats. *Scientific american Journ.* **183**, 52-55, 1950.
JACOBS (W.). — Uber den Weinbchen-Gesang bei Feldheuschrecken. *Verhandlungen der D. Zool. Mainz.*, 238-243, 1949.
JACOBS (W.). — Vergleichende Verhaltensstudien an Feldheuschrecken. *Z. f. Tierpsychol.*, **7**, 2, 169-216, 1950.
KAHN (M. C.), CELESTIN (W.) et OFFENHAUSER (W.). — Recording of sounds produced by certain desease carrying mosquitoes. *Science*, **101**, 335-336, 1945.
KAHN (M. C.) et OFFENHAUSSER (W.). — The first field tests of recorded mosquito destruction. *Am. Journ. Trop. med.*, **29**, 5, 215-225, 1949.
LOTTERMOSER (W.). — Aufname und Analyse von Insektenlauten. *Acoustica*, **2**, 66-71, 1952.
LUTZ (F. E.). — Insect Sounds. *Bull. Am. mus. Nat. Hist.*, **50**, 333-372, 1924.
LUTZ (F. E.) et HICKS (W. R.). — An analysis by movietone of a Cricket Chirp (*Gryllus assimilis*). *Am. Museum Novidates.*, 420, 1-14, 1930.
LUTZ (F. E.). — The insect glee club at the microphone. *Bull. Nat. Hist.* **61**, 338-345, 1938.
MALENOTTI (E.). — I canti delle grillotalpe. *Atti. Acad. Agric., Sci. et Lett. Verona.*, **3**, 177-184, 1926.
MARTIN Robert (D.). — Les abeilles — Enrichiridion agricole. *Bordeaux-Gounouilhon, Editeur.*, 1880.
OFFENHAUSER (W) et KAHN (Morton C.). — The sounds of desease-carrying mosquitoes. *Journ. Acous. Soc. Am.* **21**, 3, 259-263. 1944.
PIELEMEIER (W. H.). — Supersonic insects. *Journ. Acous. Soc. Am.*, **17**, 4, 337-338, 1946.
PIERCE (G. W.). — The songs of insects. *Harvard University press. Ed.*, 1948.
PUMPHREY (R. J.) et RAWDON SMITH (A. F.). — Sensitivity of insects to sounds. *Nature*, **137**, 990, 1936.
PUMPHREY (R. J.) et RAWDON-SMITH (A. F.). — Synchronized action potential in the cercal nerve of the cockroach (*Periplaneta americana*) in response to auditory stimulus. *Journ. physiol.*, **87**, 48-58, 1936.
PUMPHREY (R. J.) et RAWDON-SMITH (A. F.). — Hearing in insects : The nature of the response of certain receptors to auditory stimulus. *Proc. Royal Soc. London.*, **71**, 18-27, 1937.
PUMPHREY (R. J.) et RAWDON-SMITH (A. F.). — A new theory on frequence discrimination in insects. *Nature*, **143**, 1, 806-807, 1939.
PUMPHREY (R. J.). — Hearing in insects. *Cambridge. Phil., Soc., Rev.*, **15**, 107-132, 1940.
PUMPHREY (R. J.). — Hearing. *Symposia Soc. Exp. Biol.*, 4, 3-18, 1950.
RAU (P). — Auditory perception in insects, with special reference to cockroach. *Quart. Rev. Biol.*, **15**, 2, 121-157, 1940.
REGEN. (J.) — Neues Beobachtungen über die stridulations-organe der Saltatoren Orthopteren. *Zool. Anz.*, **25**, 489-491, 1902.
REGEN. (J). — Neues Beobachtungen über die stridulations-organe der Saltatoren Orthopteren. *Arb. Zool. Inst. Wien*, **14**, 359-427, 1903.
REGEN (J.). — Kastration und ihre folgeerscheinungen bei *Gryllus campestris* L., I et II. *Zool. Anz.*, **34**, 477-478, 1909. **35**, 427-432, 1910.
REGEN (J.). — Untersuchungen über die stridulation von *Gryllus campestris* (L.) unter Anwendung der photographischen Registrirmethode. *Zool. Anz.*, **40**, 143-144, 1913.
REGEN (J.). — Uber die Anlockung des Weibchens von *Gryllus Campestris* (L.) durch telephonisch übertragene Stridulationslaute des Männchens. *Arch. Physiol. Menschen und der Tiere.* **155**, 193-200, 1913.

REGEN (J.). — Haben die Antennen für die alternierende Stridulation von *Thamnotrizon apterus* FAB. eine Bedeutung. Ein Beitrag zur Frage des Gehörsinnes bei den Insekten. *Arch. ges. Physiol.*, **155,** 245-250, 1913.

REGEN (J.). — Untersuchungen über die Stridulation und das Gehör von *Thamnotrizon apterus* FAB., *S. B. Ak. Wiss. Wien,* 123-853-892, 1914.

REGEN. — Uber die Orientierung des Weibchens von *Liogryllus campestris* (*L*) nach dem Stridulationsschall des Männchens. Ein Beitrag zur Physiologie des tympanalen Sinnesorgans. *S.B. Ak. Wiss. Wien,* **132,** 81-88, 1924.

REGEN (J.). — Uber die Beeinfluéssung der Stridulation von *Thammotrizon apterus* FAB. durch Künstlich erzeugte Tône und verschiedenartige Geräusche. *Zeit. Berichte,* **1,** 1-10, 329-368, 1926.

REGEN (J.). — Uber den Aufbau der Stridulationslaute der saltatoren Orthopteren. *S.B. Ak. Wiss. Wien,* **139,** 539-544, 1930.

ROTH (L. M.). — A study of mosquito behaviour. Laboratory study of the sexual behaviour of *Aedes aegypti* (*L*). *Am. Midland. Nat. Hist.*, **40**, 265-352, 1948.

SABY (J. S.) et THORPE (H. A.). — Ambiant ultrasonic noises of the jungle. *Journ. Acous. Soc. Am.*, **18**, 2, 271-273, 1946.

SCHIELLING (H. K.), GIVENS (N. P.), NYHORG (W. L.), PIELEMEIER (W. A.) et THORPE (H. A.). — Ultrasonic propagation in open air. *Journ. Acoust. Soc. Am.*, **19**, 1, 222-234, 1947.

WEIH (A. S.). — Untersuchungen über das Wechselsingen (Anaphonie) und über das angeborene Lautschema einiger Feldheuschrecken. *Zeitschrift f. Tierpsychologie,* 1, Bd. 8, 1951.

WEVER (E. G.) et BRAY (C. W.). — The nature of acoustical reaction. *Journ. Exp. Psychol.*, **13**, 5, 373-387, 1930.

WEVER (E. G.) et BRAY (C. W.). — A new method for studying hearing in insects. *Journ. Comp. Cell. Phys.*, **4**, 79-93, 1933.

NOTES PHYTOSANITAIRES

RÉPERTOIRE ANALYTIQUE DES ESPÈCES ANIMALES NUISIBLES AUX CULTURES EN FRANCE (Métropole et départements d'Outre-Mer) AYANT PRÉSENTÉ D'INTÉRESSANTES PARTICULARITÉS EN 1952

Documentation réunie par le Service de la Protection des Végétaux et par l'Institut National de la Recherche Agronomique, groupée et présentée par

A. HOFFMANN
Laboratoire de Faunistique. Station Centrale de Zoologie Agricole, Versailles

I. — ESPÈCES NOUVELLES OU OCCASIONNANT DES DÉGATS ANORMAUX

Insectes

Hémiptères [1]

Quadraspidiotus perniciosus COMST. (*Coccidae*). — Un nouveau foyer du Pou de San-José a été découvert dans le Bas-Rhin à Saessenheim, sur Pommier, en octobre-novembre, avec début d'encroûtement ; un autre foyer, moins grave que le précédent a été décelé, dans le même département à Furdenheim (P. V. Strasbourg) (Lab. Faun. Versailles).

Aphis grossypii GLOW. (*Aphididae*). — Ce Puceron se rencontre sur le Cotonnier dans l'Hérault (Fn. Montpellier).

Sitobion granarium KIRBY (*Aphididae*). — Provoque des dommages importants sur épis de blé, dans la Drôme et le Vaucluse (Fn. Montpellier).

Nysius thymi WEFF. (*Ligeinae*). — Dégâts très étendus sur Vigne, surtout sur plantations après désherbage (labours), dans plusieurs localités de l'Hérault (Fn. Montpellier).

Dialeurodes citri ASHMEAD (Homopt. *Aleyrodidae*). — Cet Aleurode, considéré comme un des plus grands ennemis des orangers en Floride et en Californie, a été assez récemment introduit en France[2]. Il est assez répandu, maintenant, sur la Côte d'Azur et à l'intérieur du pays, notamment à Grasse, Vence, Saint-Paul. Il pullule à Antibes et Menton. Bien que très

(1) *Parlatorea Blanchardi* TARG, qui a été cité comme nuisible aux Agrumes dans notre Répertoire 1951, vit exclusivement sur divers Palmiers, notamment sur le sgenres *Phœnix* et *Washingtonia*. Les échantillons reçus sans la plante-support et la confusion lors du prélèvement sont à la base de cette erreur.

(2) J. GESQUIERE. — *Bull. et Ann. Soc. Ent. Belg.*, 86, T. XI et XII, 1950, p. 123.

polyphage, il ne paraît s'attaquer qu'aux espèces arborescentes : Troène, Lilas, Figuier, Ailante, Plaqueminier, Lierre, etc., mais il est avant tout nuisible aux Orangers, Mandariniers, Bigaradiers (P. V. Poste de Cannes) (Fn. Versailles). Cet insecte se trouverait en France, depuis 1945 ; il aurait d'après M. PUSSARD, quatre générations, sur la Côte d'Azur (Insect. d'Antibes).

Orthoptères

Paracinoma tricolor bisignata CHARP. et *Parapleurus alliaceus* GERM. — Fréquentent les rizières, en Camargue, et y font des dégâts sporadiques (Fn. Montpellier).

Conocephalus fuscus F.. — Hôte habituel des rizières camargaises. Provoque assez souvent l' « épi blanc » (Fn. Montpellier).

Ephippigerida nigromarginata LUC. — Espèce connue de Tunisie, Grèce et Sicile ; a été découverte en 1951 et 1952, à l'embouchure de l'Aude (Vendres et Lespignan), Hérault, par R. DELMAS (1) (Fn. Montpellier).

Lépidoptères

Orthosia ruticella ESP. (*Noctuidae*). — La chenille, très polyphage, s'attaque surtout aux Céréales. Elle a provoqué, en juin, des dégâts au Lin à Versailles (Fn. Versailles).

Heliothis armigera HUBN. (*Noctuidae*). — Dégâts très importants sur Maïs, dans l'Hérault et l'Aude, au cours de la végétation. S'attaque aussi au Cotonnier, dans la région de Narbonne (Fn. Montpellier).

Phycita splendilla H. S. — Dégâts sur Pin maritime, à Vals-les-Bains : Ardèche (Fn. Montpellier).

Evergestis estimalis SCOP. (*Pyralidae-Pyraustinae*). — La chenille de cette espèce est probablement responsable des graves dégâts observés sur Radis porte-graines, en juin-mi-juillet, dans la vallée du Rhône (P. V. Lyon) et dans le Vaucluse (M. NEPVEU). Les graines sont dévorées à l'intérieur des siliques. Une étude est en cours (Fn. Versailles).

Diloba coeruleocephala L. (*Plusiadae*). — S'attaque sérieusement aux Abricotiers et Amandiers, dans l'Hérault (Fn. Montpellier).

Cnephasia Wahlbomania L. (*Tortricidae*). — La chenille de cette Tordeuse dévore les feuilles de fève, dans la région de Soissons (Aisne), en mai (P. V. Reims). Nous avons obtenu le papillon (*ex larva*), le 20 mai (Fn. Versailles).

Phalonia contractana L. (*Tortricidae*). — La chenille commet des dégâts sur capitules de laitues porte-graines, dans le Vaucluse (Fn. Montpellier).

Diptères

Putoniella marsupialis F. LOEW. — Des gales très abondantes de cette Cécidomyie, ont été observées sur Prunier, dans le Gard (Fn. Montpellier).

Contarinia sp. — Cette Cécidomyie qui a pu être confondue avec *Asphondylia pruniperda* RONDANI, a anéanti, à Vers (Gard), la totalité de la récolte des prunes (variété Royale de Mautauban), en provoquant le

(1) R. DELMAS. — *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 1953, p. 15.

desséchement des boutons floraux. Il est possible qu'il s'agisse d'une espèce inédite. Une étude est en cours (R. COUTIN et RAMBIER).

Suillia tuberiperda RONDANI. — Cet *Helomyziadae*, vit sur les truffes, dans l'Aude. Sa présence, en un biotope donné, est une indicatrice de truffières (Fn. Montpellier). Déjà signalé, autrefois, par V. MAYET, comme nuisible aux truffes.

Trypaena amaena FRAUENFELD. — Ce *Trypetidae* est nuisible aux capitules de laitues porte-graines, dans le Vaucluse. Ses dégâts s'ajoutent à ceux de la Tordeuse : *Phalonia contractana* L. déjà citée (Fn. Montpellier).

Hyménoptères

Topinoma nigerrimum NYL. — S'attaque aux bourgeons des arbres fruitiers en Provence (Fn. Montpellier).

Emphytus tener FALL. — Cette Tenthrède, déjà signalée dans l'Allier en 1950, fait d'importants dégâts aux vignes et aux pêchers de la vallée du Rhône, surtout après la taille des rameaux ; la larve ronge la moelle pour y nymphoser (P. V. Lyon) (Fn. Versailles).

Emphytus calcaratus KL. — Occasionne les mêmes dégâts que la précédente espèce, dans le Mâconnais, sur coursonnes de vigne : variété Gamay (Fn. Montpellier).

Coléoptères

Coroebus florentinus L. (*Buprestidae*). — La larve commet d'importants dégâts primaires, sur les taillis de chêne vert (*Quercus ilex* L.), dans le midi (L. SCHAEFER).

Labidostomis lusitanica GERM. (*Chrysomelidae*). — L'adulte s'attaque aux inflorescences de la Vigne, dans les Pyrénées Orientales (Fn. Montpellier).

Chrysomela menthastri SUFFR. (*Chrysomelidae*). — Les cultivateurs de Menthe cultivée pour la distillerie, dans les régions de Dun et Milly (S.-et-O.) et de Bourges (Cher), se sont montrés inquiets en présence des dégâts extrêmement graves, que cet insecte a exercés, tant à l'état larvaire qu'imaginal, sur les cultures de cette Labiacée. Les dommages les plus importants ont été observés en mai-juin (P. V. Paris) (D. S. A. Bourges) (Fn. Versailles).

Rhynchites versicolor COSTA (*Curculionidae*). — Attaques larvaires importantes sur jeunes poires, dans l'Hérault (Fn. Montpellier). Cette espèce est connue pour vivre surtout aux dépens de Rosacées arborescentes sauvages des genres *Pirus, Malus, Crataegus, Mespilus* et *Sorbus* (A. H.) (1).

(1) Il nous paraît intéressant de signaler deux cas d'allotrophie subsidiaire imaginale, démontrant le danger que ce phénomène peut parfois présenter pour les cultures.

Aphtona cylindrica A. HOFFM (*Halticinae*). — Cette espèce nouvellement découverte dans le Haut-Atlas marocain a envahi la région des plaines, au sud de Marrakech, où elle a pullulé à deux reprises (avril et novembre 1952), correspondant à l'époque des deux générations annuelles de l'Insecte. L'adulte a gravement endommagé le feuillage des arbres fruitiers (notamment des abricotiers). Or il s'agit d'une espèce vivant, comme la plupart de celles du groupe auquel nous la rattachons, sur les Euphorbiacées (P. V. Rabat et Institut Scientifique Chérifien (A. H.)).

Pimelia (*Camphonotes*) *Mongeneti* SOL. (*Tenebrionidae*). — A attaqué gravement au printemps, les jeunes plants de Cotonnier, en Macédoine méridionale (Echantillons reçus du Cotton Research Institute de Sindos (Grèce). C'est la première fois que cette espèce est observée comme nuisible à cette Malvacée. Nous avons déjà signalé un *Pimelia* faisant des dégâts sur Vigne, en Algérie. Il n'y a rien d'impossible à ce que notre espèce indigène, extrêmement voisine des précédentes, ne se montre pas occasionnellement nocive à des plantes cultivées (A. H.).

Anthonomus amygdali HUST. (*Curculionidae*). — La découverte pour la première fois, en France, à Cornoule (Var) par les frères PERICART, de cet Anthonome sur Amandier (28 mars, 2 avril) doit attirer notre attention. L'insecte, en effet, est très nuisible à cette Rosacée, dans la majeure partie de l'Italie et de la Grèce. La ponte a lieu dans les boutons à fleurs, dont la larve ronge l'intérieur et compromet ainsi la fructification (Fn. Versailles (A. HOFFMANN dét.).

Sitona limosus ROSSI (*Curculiodinae*). — Ce Sitone qui existe en basse Provence, sur diverses Papilionacées spontanées, fait d'énormes dégâts aux cultures de fèves, en Grèce, en Italie, en Sicile, au Liban, au Maroc (env. de Marrakech). C'est encore une espèce dont on peut craindre les attaques dans nos cultures méridionales (P. V. Toulouse) (A. HOFFMANN dét.).

Baris spoliata BOH. (*Curculionidae*). — Les craintes émises dans notre Répertoire analytique de 1951, de voir se développer cette espèce sur les œillets cultivés du littoral provençal, se sont réalisées. Des tiges d'œillets provenant de Nice, communiquées par la Société Saint-Gobain, en septembre, étaient minées par la larve de cet insecte. Rappelons qu'il vit normalement sur une Salsolacée : *Camphorosoma monspeliaca* L. et qu'il a déjà été observé sur des œillets en Algérie (BALACHOWSKY, PEYERIMHOFF). Nous l'avions reçu en 1951, de la Tunisie, sur cette Caryophyllacée, par l'intermédiaire de M. BOUCHET, de Lyon (Fn. Versailles) (HOFFMANN dét.).

Rhizotrogus cicatricosus MULS. (*Scarabacidae-Melolonthinae*). — Les larves s'attaquent aux racines de la Vigne, dans l'Hérault. Les adultes volent en nombre, fin mars (Fn. Montpellier). Les espèces de ce groupe sont polyphages, mais ce sont les *R. majalis* et *solstitialis* que l'on observe généralement comme nuisibles dans nos cultures.

Polyphylla fullo L. (*Sc. melolonth.*). — Les larves très abondantes, se montrent très nuisibles dans les vignobles de la vallée de l'Hérault, notamment à Montagnac (P. V. Montpellier) (M. BOUCHET, Société Progil, Lyon).

Odonates

Lestes viridis WANDERL. — Cette Libellule fait des dégâts sérieux, provoqués par sa ponte, sur des pommiers situés à proximité d'une rivière (Le Lez), à Montpellier (Fn. Montpellier). D'autre part M. BOUCHET de Lyon, nous a communiqué des échantillons et photographies des curieuses pontes de cet insecte, provenant de la Nièvre, également sur Pommier (Fn. Versailles) (1).

Thysanoptères

Sericothrips staphilinus HALIDAY. — Ce Thrips attaque le feuillage du Pois de senteur (*Lathyrus odoratus* L.), dont il décolore entièrement le limbe, dans l'Hérault (Fn. Montpellier).

Acariens

Hemitarsonemus latus BANKS. — Fait partie de la parasitocoenose acarienne des feuilles de tomates, dans les secteurs à climat humide et chaud (Fn. Montpellier).

(1) WEIDNER, in *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, T. 59, 7-8, 1952, pp. 277-278. On trouvera dans ce travail des renseignements accompagnés de figures sur les singuliers dégâts de cet Odonate.

Tetranychus urticae KOCH. (*altheae* HANST). — Cette espèce a pullulé sur de nombreuses plantes basses, notamment sur Cotonnier et Fraisiers, dans la région de Tarascon. Nombreuses attaques sur Vigne, dans la région méridionale. Nuisible localement aux cultures de tomates (Fn. Montpellier). Se rencontre sur la Vigne, dans la région d'Epernay (Assoc. vitic. Champenoise) et sur Poirier (Doyenné du Comice, dans la région parisienne) jusqu'à une époque très tardive. Nombreux hivernants adultes femelles, observés sous écorces de poiriers, dans la Seine-et-Oise (Fn. Versailles) (BESSARD).

Tarsonemus pallidus BANKS (L'Acarien du Fraisier). — Dégâts considérables et en extension, dans la région de Metz, où il est funeste au Fraisier (Société Zool. Colmar et P. V. Strasbourg). Cet Acarien peut se rendre nuisible à d'autres végétaux notamment aux Cyclamens, Parc de la Tête d'Or à Lyon (R. L. BOUCHET). Signalé (*in litteris*) par M. MARC ANDRÉ, comme se trouvant dans la région parisienne (Fn. Versailles).

Vasates destructor KEIFER. — Espèce d'Acarien *Eriophyidae* nouvellement signalée en France par M. RAMBIER [1], provoquant de très importants dommages aux cultures de tomates, dans la région de Saint-Chamas et Vitrolles (Bouches-du-Rhône) (Fn. Montpellier).

Tenuipalpus cactorum OUDEMANS. — Préjudices graves à des collections de cactées dans l'Hérault (Fn. Montpellier).

Nématodes

Ditylenchus destructor THORNE. — Observé, surtout dans la région parisienne, sur Champignon de couche, dans plusieurs établissements. Cette espèce provoque des nécroses sur le mycélium et parfois aussi sur le basidiophore. (Lab. Nématodes, Versailles). Une étude est en cours (M. RITTER).

Pratylenchus pratensis DE MAN. — Attaques sur Muguet ; observées dans la région de Milly (S.-et-O.). Les dégâts se caractérisent par des nécroses dans les griffes de la plante, lesquelles montrent ainsi de nombreuses taches rougeâtres. La présence du parasite est déjà ancienne mais celui-ci vient seulement d'être déterminé. (Lab. Nématodes, Versailles). Une étude est en cours (M. RITTER).

II. — PULLULATIONS IMPORTANTES

Insectes

Hémiptères

Lepidosaphes ficifoliae BEL (*Coccidae*). — Pullule sur la face inférieure des figuiers, aux environs de Marseille (P. V. Marseille).

Myzus circumflexus BUKT. (*Aphididae*). — Ce Puceron se développe dangereusement en serre chaude, sur les cultures de Cyclamen. Ses dégâts, dès la période pré-hivernale, dans plusieurs établissements horticoles de la région parisienne ont provoqué des altérations du feuillage et l'avortement des boutons floraux (Fn. Versailles).

[1] R. RAMBIER. — Rapp. Acad. Agr. (sous presse).

Myzus persicae L. — Abondant sur les Azalées, au cours du forçage, particulièrement dans les serres de la ville de Paris (Fn. Versailles).

Chaitophorus populeus KALT. (*Aphididae*). — Colonies importantes (Aptères vivipares femelles), sur écorces et à la base des bourgeons (en mi-janvier) de *Populus canadensis*. Pépinières de la ville de Paris (M. PICARD, Ingé. Conseil, Féd. Hort. France) (Fn. Versailles).

Hysteropterum grylloides F. (*Fulgoridae*). — Les pontes très particulières de cette punaise, ayant l'aspect de petits cocons de terre alignés symétriquement sur l'écorce des arbres, ont été observées, en grand nombre, en mars-avril, surtout dans le midi : Gard, Vaucluse, Hérault. Elles ont retenu l'attention et souvent inquiété les arboriculteurs, mais elles n'ont aucune action novice. L'espèce n'est pas nuisible. Nous l'avons également reçue de la Côte-d'Or (D. S. A. Beaune) (Fn. Versailles).

Cercopis quinquemaculatus L.(*Cicadidae*). — De nombreux secteurs arboricoles de la région de Strasbourg, ont éprouvé d'importants dégâts causés par cette punaise. Le feuillage des pommiers et poiriers, en particulier, a été très atteint (P. V. Strasbourg).

Orthoptères

Dociostaurus maroccanus THUMB. — Bandes grégaires très importantes, en costières Nîmoises (Gard) (Fn. Montpellier).

Isoptères

Reticulitermes lucifugus ROSSI. — S'attaque aux poutres et boiseries, (Pyrénées Orientales). Importants dégâts à Lunel (Hérault) (Fn. Montpellier). Les déprédations de cet insecte, dans la Charente-Maritime (localité classique) ont pris des proportions extrêmement inquiétantes (DELMAS).

Calostermes flavicollis F. — Les vignes, à Thézan-les-Corbières (Aude) ont à souffrir des attaques de ce termite, lequel contrairement au précédent, ne s'attaque pas au bois mort, mais seulement aux végétaux vivants (Fn. Montpellier).

Lépidoptères

Sesamia nonagrioides LEF (*Noctuidae*). — Espèce dominante dans les cultures de Maïs (Gironde, Landes, Gers, Lot-et-Garonne, Basse-Pyrénées). Ses dégâts en certains points de ces départements, ont atteint parfois 90 à 100 p. cent des plantes. Elle se rencontre, dans ces mêmes régions, sur Sorgho à balai (Station Zool. Agr. Sud-Ouest). En Camargue, elle s'est attaquée aux tiges de riz (Fn. Montpellier) et en certaines circonstances au maïs (NEPVEU).

Si l'on s'en tient à une note récente de TAMS [1], considérant que *Sesamia vuteria* STOLL, est une espèce sud-africaine, n'ayant jamais été observée en Europe, tout ce qui a été mentionné, en France, à son sujet devra être rapporté à *S. nonagrioides* LEF.

[1] TAMS (W. H. T.). — Revision of the Africans species of *Sesamia* GUENÉE, *Bull. of. Entomological Research*, 1953, T. 43 (4), pp. 645-678.

Sesamia cretica LEDERER (*Noctuidae*). — Voisin du précédent, a été signalé assez récemment en France continentale. Existait en Corse, Grèce, Italie, etc. Continue à faire des ravages sur Sorgho et Maïs, dans nos régions méridionales, surtout dans le Vaucluse et le Gard (Station Zool. Villeneuve-les-Avignon), ainsi que dans la Haute-Garonne et dans l'Aude (Société Zool, Sud-Ouest).

Hydroecia xanthenes GERM. (*Noctuidae*). — Très nuisible aux cultures d'artichauts, dans la majeure partie du midi. Dégâts importants dans les Pyrénés Orientales (Fn. Montpellier).

Laphygma exigua HUBN. (*Noctuidae*). — Pullulation masive en de nombreux points du Gard, de l'Hérault et des Bouches-du-Rhône. La chenille fait des dégâts sérieux sur la Vigne, sur cultures potagères, luzernes, etc., surtout à Fourques, Colbrières, Thézan, Salon (P. V. et Fn. Montpellier).

Depressaria subpropinquella STT. (*Tineidae*). — La chenille cause de gros dégâts aux artichauts, dans les Pyrénées-Orientales (Station Zool. Sud-Ouest) (Fn. Versailles).

Gracilaria azaleela BRANTS. (*Tineidae*). — Ce Tineide a occasionné, cette année, de très importants dégâts aux Azalées, en période de forçage, dans la région parisienne et en Anjou (Fn. Versailles).

Phthorimaea ocellatella BOYD. (*Tineidae*). — La teigne de la Betterave a pris un développement dangereux dans certaines régions, et de ce fait, une importance économique considérable. Les parties les plus touchées sont celles dépendant des circonscriptions phytosanitaires de Beaune, de Lyon et de Marseille, représentées par les régions betteravières de la Côte-d'Or, de la vallée de l'Isère et de la Drôme, la moyenne vallée du Rhône (de Valence à Avignon) (Rapp. G. BENAS).

Lithocolletis populifoliella TR. (*Lithocolletinae*). — La chenille mine les feuilles de divers peupliers. Elle a causé d'importants dégâts, en juin-juillet, dans les pépinières de Vouzon (Loir-et-Cher), altérant la végétation des arbres (P. V. Orléans (Fn. Versailles).

Lygris prunata L. (*Geometridae*). — Très nuisible aux Groseilliers à Lyon, de mai à juin (M. BOUCHET) (Fn. Versailles).

Uresiphita gilvata F. (*Pyralidae*). — Continue d'exercer de gros dégâts aux genêts ultilisés comme textile, dans le sud-est (Station Zool. Villeneuve-les-Avignon).

Diptères

Diplosis mosellana GEHIN. — Cette Cecidomyie paraît étendre ses dégâts sur grains de blé, dans les arrondissements d'Arras, Béthune et Saint-Paul (Pas-de-Calais) (D. S. A. Arras) (Fn. Versailles).

Contarinia medicaginis KIEFFER. — La Cecidomyie de la Luzerne a été rarement observée dans le midi, où elle a provoqué des dégâts aux Luzernes porte-graines, aux environs de Montpellier (RAMBIER).

Perrisia affinis KIEFF. — Dans la région de Château-de-Loir (Sarthe) les dégâts de cette Cecidomyie sur violettes ont commencé au début de mars. Depuis deux ans la violence de l'attaque entrave complètement le développement des plantes qui restent improductives (Fn. Versailles).

Pachyrhina maculata MEIG. — L'adulte a été observé dans la Drôme, vivant en coenobiose temporaire avec des colonies de Pucerons du pêcher, se nourrissant du miellat de ces derniers (Fn. Montpellier).

Siphonella ruficornis MACQUART. — Ses dégâts sur les noix sont bien connus, mais ils paraissent avoir été, cette année, d'une importance considérable dans la région de Grenoble (Fn. Montpellier).

Hylemia brunnescens MEG. — Les cultures d'œillets de la région parisienne, ont à souffrir de plus en plus des ravages de ce Diptère. Les asticots minent la tige et le feuillage des jeunes plants, au cours de leur végétation (septembre à février), parfois jusqu'en mars. Certains horticuleurs ont perdu 60 à 70 p. cent de jeunes boutures (Fn. Versailles).

Coléoptères

Ahsverus advena WALK. (*Cucujidae*). — A pullulé dans les grains de maïs stockés à la Coopérative de Senlis (Oise) et considéré comme responsable de dégâts importants sur ces grains. On peut penser, toutefois, que ces déprédations n'ont eu lieu qu'en raison du mauvais état de rentrée et de conservation du produit (Fn. Versailles).

Monotoma picipes PAYK (*Cucujidae*). — Considéré comme nuisible aux champignons cultivés, par certains champignonistes (Syndicat de Carrières sur Poissy (S.-et-O.) (Fn. Versailles, d'AGUILAR, dét.).

Omophlus lepturoides F. (*Alleculidae*). — Signalé en 1948-1949, comme très nuisible à diverses cultures fruitières et florales dans le Sud-Ouest. S'est attaqué, toujours à l'état adulte, aux inflorescences de la Vigne, dans les Pyrénées-Orientales (Fn. Montpellier).

Hylotrupes bajulus L. (*Cerambycidae*). — Les dégâts larvaires s'étendent considérablement dans les régions méridionales. Leur importance est telle que divers groupements intéressés ont cru devoir prendre des dispositions pour les combattre. Ce sont surtout les bois de gros-œuvre, charpentes, etc., qui sont recherchés par l'insecte (Fn. Montpellier, Fn. Versailles).

Otiorrhynchus ligustici F. (*Curcul ionidae*). — L'extrême polyphagie de cette espèce est bien connue. L'adulte a commis, à la fin d'avril, de très importants dégâts aux asperges, dont il ronge les pointes à la sortie du sol, les rendant ainsi absolument invendables. C'est la première fois que l'insecte est observé sur cette Liliacée (échantillons communiqués par le Museum de Paris, Lab. d'Entomologie, en provenance de Puiselet-le-Marais (S.-et-O.) Fn. Versailles).

Lixus scabricollis BOH. (*Curculionidae*). — Insecte signalé autrefois par F. PICARD, comme s'attaquant à la Betterave, dans la région de Montpellier, où ses dégâts ont été peu importants, en raison de sa rareté. Pourtant, une pullulation de ce charançon est toujours à craindre. Rappelons qu'il a commis, cette année, en Yougoslavie, d'énormes ravages ; la larve attaquant les pétioles et le collet des plantes (Inst. Betterave Sucrière de Bogroad) (A. HOFFMANN dét.).

Apion trifolii L. (= *aestivum* GERM.) (*Curculionidae*). — Apparaît, en certaines circonstances, d'une polyphagie étendue et curieuse. Ses dégâts observés aux environs de Châlons-sur-Marne, au cours des mois de juillet-août, ont été prélevés par le Service de la Protection des Végétaux de cette localité. Ils intéressaient : carottes, haricots, dahlias, chrysanthèmes, œillets d'Inde, diverses salades (scaroles, endives, laitues). Des feuilles de Panais sauvage et d'Ortie n'étaient pas épargnées. Le feuillage des haricots, trèfle et luzerne, nous est parvenu entièrement disséqué par l'adulte. A

noter que des choux se trouvant dans le périmètre de la pullulation ont été délaissés par l'insecte (Fn. Versailles) (A. HOFFMANN, dét.).

Ceuthorrhynchus melanostictus MARSH. (*Curculionidae*). — La larve attaque assez gravement les racines de Menthe cultivée (*Mentha pipertita* L.) à Montpital (Haute-Garonne), en juin-juillet. L'insecte avait déjà été signalé en 1873, par PERRIS, sur *Mentha silvestris* L. et plus récemment par PEYERIMHOFF, sur *Mentha rotundifolia* L. (Fn. Versailles) A. HOFFMANN dét.

Ceuthorrhynchus syrites GERM. (*Curculionidae*). — Dangereuse espèce originaire de l'Europe centrale, déjà mentionnée en 1951, comme ayant été trouvée avec *C. assimilis* PAYK, sur Colza, en Eure-et-Loir. Elle paraît devoir se développer de plus en plus dans la région de Chartres (Fn. Versailles) (A. H.).

Ceuthorrhynchus assimilis PAYK. (*Curculionidae*). — Ses dégâts sur Colza, sont toujours importants dans toutes les régions de culture de cette plante en Eure-et-Loir ; par contre ils paraissent en nette régression, en Seine-et-Oise, Oise, Seinte-et-Marne (Fn. Versailles).

Miarus salsolae BRIS (*Curculionidae*). — Insectes peu connu, dont la biologie exacte était à peu près ignorée. La larve vient d'être découverte dans les capsules de *Campanula persicaefolia* L., dans le Lyonnais (Saint-Dargeoire, Lyon) (A. HOFFMANN dét.).

Bruchidius varius OL. (*Bruchidae*). — La larve continue d'être funeste aux capitules de Trèfle porte-graines, notamment dans les Pyrénées-Orientales (Fn. Versailles) (1).

Scolytus (Ruguloscolytus) amygali GUERIN (*Scolytidae*). — Peu répandu et exclusivement méridional. Bien que déjà connu pour ses dégâts sur les Pomacées, on doit mentionner les fortes attaques qu'il a exercées sur Pêcher, dans le Gard, à Ambroix (Fn. Montpellier).

Agrilus ater L. (*Buprestidae*). — Paraît devoir être responsable du dépérissement des peupliers (*Populus angulata*) plantés dans la région toulousaine. Les larvess sillonnent l'aubier, facilitent, en outre, l'introduction sous l'écorce, de divers hôtes secondaires qui en achèvent la destruction (P. V. Toulouse) (Fn. Versailles).

Agrilus viridis L. (*Buprestidae*). — Cet Agrile comment d'importants dégâts, par endroits, en mai-juin, sur rosiers cultivés en serre, dans la région de Villecresnes (S.-et-O.) (Fn. Versailles).

Nématodes

Meloïdogyne Marioni (*s. lat.*). — Nuisible aux racines de la Vigne, dans l'Hérault (Fn. Montpellier). Foyers signalés aux environs de Bordeaux, de Bayonne et dans le Lot-et-Garonne, sur cultures maraîchères et cultures de tabac (Station Zool. Sud-Ouest).

L'ancien *Marioni* ayant été démembré récemment, en plusieurs espèces, il paraît prudent de ne pas désigner spécifiquement, avant d'en avoir entrepris l'étude, les responsables des dégâts précités (Lab. Némat. Versailles).

(1) *Pachymerus accaciae* BOH. — Cette Bruche a pullulé à Charleville (Ardennes) à la suite d'éclosions massives (automne-hiver), provenant de stocks importants d'arachides entreposés dans cette ville, en provenance du Sénégal (FROUSSARD). Rappelons que cette espèce, bien que susceptible de continuer son cycle en cours d'évolution, dans nos régions, ne peut ni s'y développer ni s'y maintenir, même en magasins. Il en est de même pour *Zabrotes subsfasciatus* BOH., importé souvent avec des haricots, de régions exotiques. Ce dernier pourtant peut être élevé dans des conditions écologiques particulières où la chaleur joue un rôle exceptionnellement important (A. H.).

Heterodea Schachtii SCHMIDT. — Nombreux foyers, parfois importants par leur surface et la gravité de leurs attaques : Nord ; Pas-de-Calais ; Aisne ; Seine-et-Marne ; Seine-et-Oise ; Oise (Lab. Némat. Versailles).

Vertébrés

Rongeurs

Microtus arvalis PALLAS (le Campagnol des champs). — Dégâts signalés durant l'hiver 1951-1952, en de nombreux points de la France (P. V. et Lab. Vertébrés, Versailles).

Arvicola terrestris L. (le Campagnol terrestre). — Nuisible aux vergers et pépinières, en Alsace (P. V. Strasbourg). — Dégâts analogues en Argonne (Lab. Vertébrés, Versailles). (P. V. de Reims).

Elyomys quercinus L. (le Lérot). — Importants ravages en Côte-d'Or, sur cultures fruitières (P. V. Beaune).

Oryctolagus cuniculus L. — Le Lapin a occasionné des ravages sévères aux cultures fruitières (P. V. Beaune) (Lab. Vertébrés, Versailles).

Fiber ziberthicus L. (le Rat musqué). — Un début d'enquête sur l'extension actuelle de ce Rongeur, a montré que son aire n'a cessé de s'étendre durant ces dernières années. A l'Est : vallées de la Sarre et de la Sielle (envahies) (P. V. Strasbourg) ; au Nord : Frontière belge jusqu'au niveau de Lille ; à l'Ouest : marais d'Isigny (infesté) et zone dans la Sarthe et la Mayenne, occupée en profondeur (Lab. Vertébrés, Versailles) (P. V. Angers, Beaune, Reims).

Oiseaux

Colomba palumbas L. (le Ramier). — Attaques souvent sévères du Colza, surtout régions de l'Anjou, de la Champagne, de l'Orléanais et de la Nièvre (Lab. Vertébrés, Versailles).

III. — ESPÈCES NUISIBLES DANS LES DÉPARTEMENTS D'OUTRE-MER

a) Antilles

Lépidoptères

Ascia monuste, v. virginia GODT. (Lep. *Pieridae*). — Les chenilles attaquent les feuilles et les fruits de *Cleome aculeata* L., à la Martinique (P. V. Fort-de-France) (Fn. Versailles).

Coléoptères

Anthonomus flavus GERM. (*Curculionidae*). — Attaque les bourgeons de *Malpighia glabra*, arbre de la famille des *Malpighiacées* (P. V. Fort-de-France) (Fn. Versailles) (A. HOFFM. dét.).

Metamasius hemipterus L. (*Curcul.*). — Ce Charançon de la tribu des *Calandriini*, est répandu dans toutes les régions sud-américaines. En dehors de ses attaques larvaires bien connues, sur la Canne à sucre, il commettrait, à la Martinque, des déprédations dans les bananeraies (P. V. Fort-de-France et Inst. Fruits et Agrumes coloniaux Paris) (Fn. Versailles, A. HOFFM. dét.).

Chilocorus cacti L. (*Coccinellidae*). — Nous pensons devoir signaler cet insecte, comme prédateur très actif, aux Antilles, d'*Icerya Purchasi*, dont il dévore les jeunes individus (P. V. Fort-de-France) (Fn. Versailles).

Diptères

Anastrepha mombinpracoptaus SEIN. — La larve attaque très gravement les fruits du *Spondias mombin* L., plante de la famille du Manguier (Mangiferacées) (P. V. Fort-de-France) (Fn. Versailles, d'AGUILAR dét.).

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

BAWDEN (F. C.) et PIRIE (N. W.). — **Physiology of virus diseases.** (Physiologie des maladies à virus). *Ann. Rev. Plant Physio.*, III, 171-188, 1952.

Les maladies à virus étudiées en détail à ce jour sont des aberrations transmissibles du métabolisme des nucléoprotéines. Il serait cependant prématuré de généraliser cette notion. Les plantes supérieures, dont les feuilles répondent peu aux variations, des conditions de milieu, se prêtent particulièrement à l'étude des réactions entre les virus et les cellules.

La sensibilité (*susceptibility*) désigne soit la facilité avec laquelle l'infection s'établit, elle est alors assez aisée à définir, soit la gravité de la réaction qui est un caractère beaucoup plus difficile à cerner, enfin il faut tenir compte de la quantité de virus fournie. La méthode sérologique permet d'évaluer les quantités de protéine-virus présentes, mais indépendamment de leur pouvoir infectieux. Celui-ci est souvent regardé comme une propriété intrinsèque des particules. Les auteurs estiment que ceci est injustifié et que des particules qui ne peuvent contaminer un hôte potentiellement sensible peuvent être susceptibles de le contaminer si les conditions de milieu sont différentes. On a déclaré que dans le dosage par lésions locales l'infection correspond aux chances de rencontre entre les particules isolées et des zones d'infection de type uniforme, les variations de sensibilité correspondant aux variations du nombre des lieux où l'infection peut se produire. KLECKSKOWSKI a montré par l'étude statistique des courbes de dilution qu'il n'en était pas ainsi, au contraire les courbes sont compatibles avec l'hypothèse selon laquelle la sensibilité des lieux d'infection est variable, de sorte que des quantités de virus différentes sont nécessaires pour induire l'infection à des endroits différents. Cela ne signifie probablement pas que des particules isolées ne peuvent provoquer des infections, mais que la probabilité, pour une particule, de produire cet effet, varie d'un endroit à l'autre. On peut supposer que divers éléments cellulaires interfèrent avec l'établissement du virus sur des récepteurs.

Les auteurs étudient ensuite l'influence des variations du métabolisme de l'hôte sur l'infection par les virus. Ils montrent d'abord qu'il est difficile d'avoir une image exacte de cette influence, aucune méthode ne permettant d'évaluer la *multiplication locale* du virus. Ils étudient ensuite les variations saisonnières : par exemple les Haricots (var. Prince et Bountiful) immuns en été au virus de la Mosaïque du Concombre sont hypersensibles (lésions locales) en hiver. L'effet de la lumière a aussi été l'objet de travaux ; on a notamment montré qu'un ombrage préalable augmentait la sensibilité des plantes à certains virus. Au contraire l'ombrage post-inoculatoire a généralement l'effet inverse. De plus des préparations de virus du *Bushy stunt* partiellement inactivées par les radiations ultra-violettes produisent beaucoup plus de lésions sur les feuilles forte-

ment éclairées après l'inoculation, ce qui est dû à une action sur l'hôte et non sur le virus lui-même. L'exposition à la lumière peut agir non seulement sur la photosynthèse mais encore en détruisant des substances de croissance ou en activant l'acide glycolique oxydase. Il est probable qu'un mécanisme de cette nature restaure le virus inactivé par les rayons ultra-violets. Ce phénomène ne se produit pas avec le virus de la Mosaïque du Tabac.

La température intervient de façon variable suivant les virus et les plantes hôtes. Une surélévation peut engendrer des masquages ou accentuer les symptômes. A 35° le virus de la Mosaïque du Tabac se généralise sur le *Nicotiana glutinosa* alors qu'il ne provoque que des lésions locales aux températures inférieures. La chaleur a permis de guérir certaines maladies (diverses maladies du Pêcher, jaunisse des Reines-Marguerites sur *vinca Rosea*, « false blossom » des Airelles, Balai de sorcière et Enroulement de la Pomme de terre). Lorsque l'action curative s'exerce rapidement, il s'agit d'une inactivation directe du virus. Quand elle demande une exposition prolongée, il s'agit peut-être simplement d'une rupture d'équilibre entre l'inactivation normale du virus dans la plante et la multiplication de ce dernier. Si la multiplication s'arrête le virus doit disparaître au bout d'un certain temps. (La disparition de virus Y de la Pomme de terre en présence du virus de severe etch serait due à un processus analogue, le 2e virus empêchant la multiplication du 1er.) La chaleur doit agir sur la sensibilité à l'inoculation. L'exposition à 35° du *N. glutinosa* avant l'inoculation du virus de la Mosaïque du Tabac et de quelques autres agit comme l'ombrage. Le chauffage post-inoculatoire réduit le nombre de lésions.

L'influence de la nutrition sur la sensiblité est mal connue. Sur le virus de la Mosaïque du Tabac, l'Azote augmente la sensibilité, le Phosphore favorise la sensibilité, et la Potasse diminue la sensibilité, même aux doses favorables à la croissance. Le pouvoir infectieux du virus est modifié également. Ces modifications perceptibles sur le Haricot, ne le sont pas sur le *N. glutinosa*. Ceci est à comparer au fait que les dérivés carbobenzyloxy, chlorobenzoyl et benzène sulfonyl contaminent le *N. glutinosa*, mais non le Haricot, aussi bien que le virus brut. L'azote provoque un masquage des symptômes sur la Mosaïque du Tabac et l'Enroulement de la Pomme de terre. Il augmente au contraire ceux de « Yellow dwarf » de l'Oignon. Les plantes en voie de croissance active sont les plus sensibles. L'alimentation en eau favorise aussi la sensibilité.

L'action des inhibiteurs est envisagée. Ceux-ci, y compris la ribonucléase, paraissent agir sur le métabolisme de l'hôte, plus que sur le virus. La chimiothérapie ne paraît avoir réussi que dans le cas de l'X disease du Pêcher (trempage des boutures dans une solution de quinhydrone, d'urée ou d'hyposulfite de soude) et la Mosaïque de l'Œillet (trempage des boutures dans le chlorure de calcium ou le sulfate de zinc). Diverses substances ont une action inhibitrice sur la multiplication de certains virus (cyanure de sodium, thiamine ou aniline, vert malachite, thiouracile, 5-amino-7 hydroxy-V-triazolo (D) pyrimidine, ac. 2-4 dichlorophenoxyacétique). L'acide carbonique et l'acide naphtalène acétique agissent également. Aucune inhibition par des antibiotiques n'a été notée, mais la terramycine et la streptomycine inhibent, sur *Vigna sinensis*, le développement de lésions dues aux virus de la Nécrose du Tabac et du Ring spot de Tabac. Les lésions ne se développent sur feuilles détachées à l'obscurité qu'en présence de glucose, le cyanure de sodium les inhibe.

Les interférences entre virus constituent un sujet très vaste. On peut dire qu'un virus protège une plante contre un autre virus sérologiquement voisin et ceci d'autant mieux que les relations sérologiques sont plus étroites. La

« Veinal necrosis » du Tabac et le virus Y de la Pomme de terre font exception à cette règle. Bien que sérologiquement voisins, ils ne donnent pas de prémunition croisée. Le synergisme est également envisagé. Notamment le virus du Tobacco etch favorise, sur de nombreuses plantes, la multiplication de virus de la Mosaïque latente de la Cuscute. (Le taux de ce dernier reste élevé au lieu de diminuer quelque temps après le début de l'infection.) *L'Uromyces Phaseoli* favorise le développement du virus de la Mosaïque du Tabac sur le Haricot.

L'infection agit sur le métabolisme de l'hôte. Elle provoque des modifications d'activité enzymatique. La respiration semble augmenter chez les plantes malades. L'action sur le métabolisme des glucides est envisagée. Les auteurs montrent que la nécrose du liber n'est pas responsable de la rétention de l'amidon. Dans la Mosaïque du Tabac la nucléoprotéine anormale peut dépasser 10 % du poids de matières sèches mais ceci dépend également de la nutrition de la plante. WILDMAN et BONNER ont estimé que la protéine virus était synthétisée aux dépens de la protéine normale. PIRIE (1951) estime que la protéine normale de ces auteurs est un artefact dû à la décomposition d'une nucléoprotéine. Cette nucléoprotéine diminue beaucoup en quantité quand les feuilles mûrissent et sa diminution quand le virus se multiplie, est due à un processus de sénescence prématurée. Il faudrait étudier les modifications des protéines normales dans des virus qui produisent la formation de quantités plus faibles de nucléoprotéines.

Des essais effectués sur des feuilles injectées avec du chlorure d'ammonium marqué par le N^{15} montrent que le virus MT se forme aux dépens de composés tels que des amino-acides qui échangent plus faiblement leur azote avec celui de l'ion NH^4 que les protéines. De plus sa formation est un processus irréversible. Mais ce dernier point n'est peut-être pas vrai lorsqu'il s'agit de virus se formant en plus faible abondance.

L'infection doit déclencher la formation non seulement du virus, mais aussi de certains sous-produits incapables de provoquer l'infection (ex. particules non nucléoprotéiques et non infectieuses de la Mosaïque jaune du Navet, lipoprotéine des Pommes de terre infectées par le virus Y, présence probable chez les Betteraves atteintes de Jaunisse et les Fèves atteintes de Mosaïque de plusieurs types de particules anormales). Ces produits sont peut-être importants *in-vivo* bien qu'ils ne puissent déclencher l'infection. Certains seraient favorables à la vie de l'insecte vecteur (Les Cicadelles se développent plus rapidement et vivent plus longtemps sur des Céleris et Reines-Marguerites atteints de Jaunisse. L'*Alphis Fabae* se développe mieux sur des plantes atteintes de Mosaïque). Les symptômes sont dus à des actions secondaires. Les conditions qui favorisent la multiplication d'un virus n'augmentent pas fatalement l'intensité des symptômes. Les auteurs donnent quelques indications sur les troubles de métabolisme hormonal et les lésions nécrotiques provoquées par la scopolétine. Les lésions nécrotiques dégageraient de l'éthylène productrice d'épinastie.

P. L.

ANDREWES (C. H.). — **Classification and nomenclature of viruses.** (Classification et nomenclature des virus). *Ann. Rev. of. Microbiol.*, VI, 119-138, 1952.

L'auteur passe en revue les systèmes de nomenclature proposés pour les virus des plantes. Il fait état des critiques soulevées par BAWDEN à l'encontre de la classification des virus sur la base des affinités et des réactions des hôtes.

Cet auteur fait jouer un rôle important aux propriétés sérologiques et à « l'antagonisme mutuel » (= prémunition croisée). A signaler que ce dernier critérium n'est pas sans danger en ce qui concerne les virus des animaux : deux virus sans relations comme le virus de l'influenza et celui de l'encéphalomyélite équine présentent une interférence mutuelle en culture sur l'œuf. L'interférence correspond probablement dans ce cas à une simple compétition pour les mêmes métabolites. Beaucoup de virus ne peuvent absolument pas être classés actuellement.

Tandis que le phytopathologiste se trouve placé en présence d'une multiplicité de systèmes, la situation est tout à fait différente en virologie animale. Les auteurs de travaux généraux ont surtout classé les virus d'après leurs affinités tissulaires sans tenter d'établir des classifications naturelles. Les classements proposés prêtent d'ailleurs le flanc à certaines critiques. Des suggestions sporadiques de nomenclature binaire ont été proposées particulièrement lorsque des inclusions cellulaires étaient présentes (relations supposées avec des Protozoaires) ou pour des gros virus voisins de la Psittacose. Holmes a tenté d'établir une classification englobant les virus des plantes et des animaux, avec une nomenclature linnéenne. Son essai n'est certainement pas valable dans le domaine de la virologie animale. L'auteur le discute avec quelques détails.

Le problème de la nomenclature a été discuté en 1950 au Congrès de Microbiologie de Rio de Janeiro. Une enquête préalable par questionnaire montrait que la moitié des phytopathologistes étaient favorables à la nomenclature binaire. La plupart des américains étaient de ce côté et les européens d'une opinion opposée. Parmi les Zoovirologistes, deux sur trois estimaient qu'une nomenclature binaire était applicable dans leur domaine. La quasi unanimité était cependant opposée au système de Holmes. Le Comité de nomenclature de Rio de Janeiro résolut de reporter les travaux d'élaboration d'une nomenclature scientifique au Congrès suivant. Il estimait par ailleurs qu'un système général serait actuellement prématuré. L'étude de quelques groupes de virus des animaux fut proposée. L'auteur étudie notamment le groupe Psittacose-lymphagranulome. S'agit-il bien de virus ? Ils se colorent par la méthode Cartanâda, paraissent avoir une membrane, se divisent par scissiparité, sont sensibles à la pénicilline et à certaines sulfamides et présentent un cycle biologique. En réalité il n'y a pas de séparation définie entre Bactéries et virus. Les Rickettsia sont aussi sur cette zône de transition au voisinage des Chlamidozoaires. Les virus d'insectes sont également envisagés ; la nomenclature binaire y est largement utilisée. On y connaît assez bien les propriétés intrinsèques des virus et celles-ci sont en corrélation avec leurs propriétés biologiques. Les groupes de la variole et de l'influenza sont ensuite passés en revue. Les virus encéphalitiques transmis par insectes montrent que le critérium sérologique de l'espèce peut être difficilement applicable : on se trouve d'un type à l'autre en présence d'un spectre sérologique presque continu, de sorte qu'il est difficile de placer des coupures. En ce qui concerne les Bactériophages le moment ne paraît pas encore venu de leur appliquer une nomenclature binaire.

Les organismes de la pleuropneumonie et apparentés ont souvent été classés comme des virus cultivables. Cette conception est à peu près abandonnée. Ils présentent des relations avec les formes L de Bactéries telles que le *Streptobacillus moniliformis*. Cette espèce et beaucoup d'autres ont des formes filtrables susceptibles de se propager à certains moments comme telles sans retour à la forme « orthodoxe » dont elles dérivent. Ces formes filtrables, appelées formes L, sont si semblables aux organismes du type pleuropneumonie

par leur morphologie et leur cycle biologique qu'il est prudent de ne pas prendre parti pour le moment au sujet des relations de ces dernières avec les Bactéries ou les virus.

Une conférence s'est tenu à New-York en 1952 dans le but d'échanger des idées avant les discussions plus officielles attendues au Congrès international de Rome en 1953. BURNETT a soutenu l'application aux virus du concept générique en raison de son caractère imagé, mais en indiquant qu'il lui semblait préférable que les noms définitifs ne fussent attribués qu'aux virus bien étudiés dont un clone pourrait être considéré comme le type de l'espèce. MAYR, en se plaçant au point de vue du taxonomiste estime que les virologistes devraient éviter les difficultés de nomenclature auxquelles se heurtent les Zoologistes en laissant à des comités de caractère national, ou international le soin de choisir les noms scientifiques et d'établir une liste de noms officiels. BLACK a montré à propos de 4 virus de plantes se multipliant chez leurs insectes vecteurs (Cicadelles) que la séparation des virus en virus des plantes des Bactéries et des animaux est arbitraire et que des transitions existent. Tous les conférenciers ont été pratiquement d'accord pour estimer que les classifications fondées au premier chef sur les symptômes n'étaient pas naturelles. Le plan de Rio de Janeiro fut approuvé par la plupart. La discussion sur les *Vira imperfecta* fut particulièrement intéressante. Le terme a été critiqué assez vivement. L'idée était de donner aux virus trop mal connus un binôme provisoire et de les classer dans un système artificiel. LIMASSET proposait d'adopter pour eux le système de HOLMES convenablement amélioré. BITANCOURT, suivi par beaucoup, estimait que leurs noms devraient être unis à un suffixe permettant de distinguer immédiatement que l'on avait affaire à un de ces virus mal connus. L'idée de ces *vira imperfecta* ou *vira incognita* fut généralement estimée intéressante ; cependant son application aux virus des animaux ne fut guère discutée.

L'auteur estime que le point de départ de la nomenclature doit être choisi non dans le passé mais à une date future, ce qui permettra de fonder les espèces sur des types convenablement définis. Les noms proposés pourraient être utilisés, puis validés ultérieurement.

P. L.

LINDNER (R. C.) et KIRKPATRICK (H. C.). — **Ultraviolet absorption spectra as a Tool for diagnosing plant virus diseases.** (L'utilisation des spectres d'absorption dans l'ultraviolet pour le diagnostic des maladies à virus des plantes). *Science CXV*, 2992, 496-499, 1952.

L'hydrolyse acide du tissu foliaire après élimination des constituants solubles dans l'alcool produit des spectres d'absorption caractéristiques des maladies à virus étudiées. Plus de 3 000 plantes saines et malades ont été étudiées par cette méthode qui paraît intéressante. Une grande partie du travail a porté sur les maladies à virus des arbres fruitiers mais la technique est applicable aux plantes herbacées.

On prélève sur le limbe des disques de 1/4 de diamètre. Ceux-ci sont traités dans un tube à essai par 1 ml. d'alcool à 70 % dans un bain-marie à 80°. On décante et on reprend par de l'alcool frais, en même quantité, un certain nombre de fois (généralement 3 fois) jusqu'à disparition de la chlorophylle. Après élimination de l'alcool on traite par 3 ml. d'un mélange chlorydrique (10 ml. de H Cl plus 90 ml. d'alcool à 95 %) on porte au bain-marie à 80° pendant 30 minutes, on refroidit et on décante le mélange chlorydrique dans une cellule

d'absorption. On détermine l'absorption (longueur d'onde et densités optiques) avec l'appareil de Beckmann. On observe avec les tissus sains un maximum d'absorption aux environs de 2 600 Å correspondant aux acides nucléiques. Il faut comparer à des échantillons sains dont l'absorption est plus faible. Les virus du type Mosaïque (virus X, virus MT) ne se prêtent guère à cette méthode, les principaux produits hydrolysés étant les acides nucléiques.

Des résultats intéressants ont été obtenus avec les principaux virus des arbres fruitiers avec des sommets correspondant à des longueurs d'ondes variant de 2 700 à 2 800 Å. Il est impossible de dire si l'absorption est due à des produits d'hydrolyse du virus lui-même ou de substances apparaissant sous l'effet de l'infection. Dans le cas de la Mosaïque du Tabac, l'absorption paraît correspondre à des produits d'hydrolyse du virus lui-même. L'intérêt de la technique est brièvement discuté.

P. L.

Brock (R. D.). — **The use of trisodium phosphate as an inactivating agent for plant viruses.** (L'utilisation du phosphate trisodique comme agent inactivateur du virus des plantes). *Journ. Austral. Inst. of agric. Sc.*, XVIII, 1, 41-43, 1952.

Le phosphate trisodique est un bien meilleur inactivant du virus X et du virus de la Mosaïque du Tabac que le formol. Le $Na_3\ PO_4$ à 5 p. cent réduit instantanément l'activité du virus de la même façon qu'une dilution au 1/1000 et après 5 minutes de la même façon qu'une dilution au 1/10 000. Cependant même à 20 p. cent quelques particules de virus MT restent actives. Des essais ont été réalisés en vue de voir l'action de $Na_3\ PO_4$, du formol et de l'alcool pour la stérilisation des instruments. Des mortiers et pilons ayant servi à broyer un matériel infectieux sont rincés avec une solution de chacune de ces substances puis passés trois fois à l'eau courante. Un peu d'eau est ensuite ajoutée et on inocule le *D. Stramonium* et un *Capsicum* sp. dans le cas du virus X, le *N. glutinosa* dans le cas du virus MT. Le virus X a été transmis après traitement à l'alcool absolu, au formol et au $PO_4\ Na_3$ à 1 et 2 p. cent mais non à 5, 10 et 20 p. cent. Dans le cas de virus MT seul le $PO_4\ Na_3$ à 20 p. cent empêchait les contaminations (en lavant fortement les instruments ou en les laissant plonger dans le $PO_4\ Na_3$ à 5 p. cent pendant 10 minutes l'inactivation était également obtenue). L'auteur recommande le $PO_4\ Na_3$ à 10 p. cent pour le lavage du matériel et des mains malgré l'effet légèrement irritant sur ces dernières. L'action de ce corps est attribué à son action détersive et à son pH élevé (11,8).

P. L.

Van Slogteren (D. H. M.). — **The preparation of antisera against Carnation mosaic virus.** (La préparation d'antisérums contre le virus de la mosaïque de l'Œillet). *Proc. conf. Potato virus diseases*, Wageningen, Lisse, 1951, 88-89, 1952.

Pour obtenir des sérums très actifs contre le virus et peu actifs contre les substances normales de l'Œillet il fallait utiliser des préparations de virus hautement purifiées. De plus l'Œillet contient des substances très toxiques pour l'animal, mais Van der Want a montré que celles-ci peuvent être détruites par l'alcool. Les meilleurs résultats ont été obtenus par la technique suivante : 1 400 ml. de jus congelé sont chauffés 10 mn à 55-60°, refroidis rapidement et clarifiés à 3 000 t pendant 20 mn. On ajoute 300 g de $SO_4\ (NH_4)_2$

par litre de jus clarifié et le précipité est redissout dans 120 ml d'eau distillée. On ajoute goutte à goutte à cette suspension concentrée 12 fois un mélange contenant 120 ml d'alcool à 96 p. cent et 48 ml d'eau distillée. Un précipité se forme et on clarifie en centrifugeant à 3 000 t pendant 30 mn. La solution clarifiée contenant environ 40 p. cent d'alcool est centrifugée à 50 000 g pendant 2 h pour obtenir la sédimentation de la majeure partie du virus (le liquide surnageant a un titre de 16 contre 512 pour le liquide original). Le sédiment est dialysé 16 h contre l'eau courante et repris dans l'eau salée à 1/10 de son volume initial. A partir de cette préparation concentrée 10 fois on prépare celles, de titres divers, que l'on inocule au Lapin. Un échantillon, ramené au volume initial a un titre en virus de 1 024. Le titre du virus dans le jus brut n'étant que de 512, il est probable que ceci s'explique par une ségrégation des particules en cours de purification. Lorsqu'on n'ajoute pas d'alcool le virus précipite mal à l'hypercentrifugation. Le milieu à 40 p. cent d'alcool facilite la précipitation, probablement en déshydratant les particules de virus.

Les Lapins reçoivent 8 injections intraveineuses à des doses croissantes (1 ml à 5 ml) à un jour de distance avec 24 h de repos après la 2e et la 5e injection. On utilise à cet effet différentes dilutions de virus. Le sérum a un titre de 640 contre le virus et n'agit pas sur les antigènes normaux de l'Œillet. Si après un mois de repos on réinjecte les Lapins en donnant une première injection de sensibilisation de 1 ml suivie de 3 autres (5 ml, 8 ml, 8 ml), les trois premières étant réalisées à 24 h d'intervalle et la quatrième après un repos de deux jours, on obtient des sérums beaucoup plus actifs (titre 2 560). Malheureusement ces sérums ont une certaine action sur les antigènes normaux (titre 10-30) et doivent être traités avec des jus sains.

P. L.

CREMER (M. C.). — **The preparation of antiserums against potato virus Y.** (La préparation d'immunsérums actifs sur le virus Y de la Pomme de terre). *Proc. Conf. Potato virus disease*, Wageningen, Lisse, 1951. 84-87, 1952.

L'auteur a constaté que si l'on purifie le virus, en vue de l'injecter au Lapin, en suivant la technique de BAWDEN, technique qui comporte une précipitation des protéines normales par le phosphate disodique, on perd une grande partie du virus Y. De bien meilleurs résultats sont obtenus en centrifugeant d'abord les jus pendant 1 h 1/2 à 45 000 t/mn dans l'hypercentrifugeuse Sharples. Le précipité verdâtre est repris dans une solution saline (0,9 p. cent de ClNa) correspondant au quart du volume de jus initial. On centrifuge ensuite quelques minutes à 1 500 t/mn. Le titre des sérums obtenus avec 10 injections atteint 1/1280 en présence de jus de plantes malades dilués de moitié. Ultérieurement la méthode a été modifiée comme suit. Le jus de plante infectée est clarifié par centrifugation puis traité par une solution à 30 p. cent de $(NH_4)_2$ (300 g par litre de jus). Le précipité obtenu est repris dans l'eau (volume moitié de celui du jus initial) et centrifugé quelques minutes à 2 000 t/mn. Le liquide surnageant est centrifugé 1 h 1/2 à 45 000 t/mn dans une Sharples, le précipité repris par l'eau (1/8 du volume de jus) et dialysé contre l'eau courante pendant 16 h. La solution peut être conservée 8 j à 0° sans perte appréciable de virus.

La préparation obtenue n'est pas constituée par du virus pur. L'examen au microscope électronique montre que les particules du virus adhèrent à des constituants normaux de la plante. Lorsqu'on centrifuge ces éléments nor-

maux, ils entraînent souvent le virus, aussi avant d'injecter le Lapin on ne centrifuge pas mais on filtre sur du coton. Les titres des sérums obtenus peuvent atteindre 1/1280. Par le diagnostic on traite ces sérums avec 10 volumes de jus de tabacs sains dilués 2 fois (2 h à 37° puis une nuit à 0°). La dilution finale du sérum était ainsi 1/20. Les résultats obtenus étaient satisfaisants. Pour séparer le virus des éléments normaux de la plante le jus, concentré par ce procédé était secoué. On a obtenu ainsi un titre beaucoup plus élevé après centrifugation ; la majeure partie du virus restant en suspension. Le microscope électronique montre que le virus est presque pur.

Des expériences ultérieures avec secouage et centrifugation combinés avec un traitement fractionné au SO_4 $(NH_4)_2$ et la centrifugation à grande vitesse ont fourni des préparations très riches en virus, fournissant des immunsérums dont le titre atteint 2 500 à 5 000.

P. L.

ROLAND (G.). — **Identification des virus de la Pomme de terre.** *Proc. conf. Potato virus diseases.* Wageningen. Lisse. 1951, 31-33, 1952.

L'identification du virus X est réalisée en Belgique par la microméthode sérologique avec la contre-épreuve d'inoculations au Datura. Pour le virus Y on recourt également à la méthode sérologique et les jus à réaction négative sont testés sur Tabac ou *N. Glutinosa*. L'identification du virus A est délicate. L'auteur utilise l'inoculation de feuilles détachées de *S. demissum* lignée S. Malheureusement certaines souches de virus X donnent des lésions. Une inoculation au Datura est faite en même temps et on n'admet la présence du virus A que si le virus X est absent. En ce qui concerne l'Enroulement on examine les symptômes des Pommes de terre, et dans les cas douteux on recherche la nécrose du liber (observations faites sans coloration sur coupes à la main dans du matériel fixé 3 à 4 jours à l'alcool). Ces examens sans coloration sont jugés plus sûrs que la coloration à la phloroglucine ou au diamant fuchsine.

P. L.

ROLAND (G.). — **Etude virologique sur la Pomme de terre. (Recherches symptomatologiques et histopathologiques).** I. R. S. I. A. — I. W. O. N. L. *Trav. de la Sect. de Pathol. du fonds de Rech. sur la Pomme de terre* VII, 118 p., 1952.

Dans sa partie originale ce mémoire envisage les réactions de 76 variétés de Pommes de terre aux virus X, Y et A et relate des travaux histologiques portant sur les principaux types de lésions. En ce qui concerne les réactions des diverses variétés aux différents virus, il faut souligner avec l'auteur que les réactions n'ont de valeur que pour les souches de virus ayant servi d'inoculum. Les symptômes ne correspondent donc pas toujours à ce qu'on peut observer dans la nature. Par exemple la variété Bintje, inoculée par le virus Y de Zeeuwse Bonte, a présenté des symptômes graves alors que, dans la nature, elle est le plus souvent infectée par des souches du virus Y qui se manifestent seulement par une Mosaïque. Les renseignements accumulés par ROLAND et qui supposent un travail considérable, sont fort intéressants, on ne saurait pourtant leur accorder une valeur absolue.

Les études histologiques portent sur les divers types de nécroses. L'auteur envisage les diverses phases de la nécrose sur des tissus ayant subi un traumatisme. Il entreprend ensuite l'examen des nécroses virologiques des tubercules

et des tiges (acronicroses, nécroses provoquées par le virus Y). L'acronécrose virologique est comparée à celle due au manque de Bore. Dans les deux cas la nécrose débute dans les éléments conducteurs, liber pour l'acronécrose virologique, xylème dans l'acronécrose physiologique. Les nécroses en relation avec l'Enroulement sont étudiées en détail. Nécrose du parenchyme foliaire et nécrose du liber. Dans ce dernier cas l'auteur insiste sur le fait que les éléments nécrosés ne donnent pas d'une façon sélective et constante les réactions de la lignine, de la subérine ou des pectines. Les colorants ne permettent donc pas leur identification avec certitude. L'étude histologique des Mosaïques montre que si, dans les Mosaïques ordinaires, il y a simplement diminution du volume des chloroplastes, par contre ces derniers se désintègrent en grana dans les Mosaïques aucuba. Les inclusions cellulaires provoquées par le virus X n'apparaîtraient que dans les infections les plus graves.

L'ensemble de ce mémoire apporte une documentation intéressante, renouvelée sur certains points en ce qui concerne l'histologie. Dans les chapitres d'introduction tout le monde ne sera peut-être pas d'accord avec les définitions de l'auteur, notamment lorsqu'il considère comme résistantes des plantes dont les symptômes sont très peu marqués.

P. L.

Coons (G. H.). — **Virus yellows of Beet in United States.** (Le virus de la Jaunisse de la Betterave aux Etats-Unis). *Plant. dis. Rep.*, XXXVI, 9, 356-363, 1952.

Il est certain maintenant que la Jaunisse de la Betterave est largement répandue aux Etats-Unis. Des réactions positives ont été obtenues avec des sérums hollandais de Bergen op Zom. Lisse et des sérums français en provenance de Versailles sur des plantes en provenance du Michigan, Colorado, Utah, Oregon, et Californie et présentant des symptômes de Jaunisse. Des inoculations ont été réalisées à partir des plantes suspectes. La transmission a été contrôlée par l'examen des symptômes joints aux épreuves sérologiques.

Le virus de la Jaunisse paraît exister aux Etats-Unis au moins depuis 1940 où l'auteur a vu des jaunissements caractéristiques en Colorado. Les essais de transmission par pucerons avaient échoué probablement en raison d'une faute de technique. Dans le Colorado et l'Utah, Hull a pu constater que la maladie était répartie uniquement au voisinage de Stations de sélection. En Californie et dans l'Oregon, l'activité des secteurs peut se maintenir grâce au chevauchement des cultures de Betteraves sucrières, aux cultures de Betteraves à graines, aux cultures d'Epinards ou de Betteraves rouges. Au contraire dans les autres régions betteravières le cycle est rompu. Le spécialiste anglais (Dr. Hull) et le spécialiste hollandais (Dr. Rietberg) qui ont vu les cultures estiment que la maladie qui sévit aux Etats-Unis est d'un type léger. On ignore quelle est l'incidence sur la récolte. L'étude de ce problème mérite d'être entreprise très sérieusement.

P. L.

Raychauduri (S.P.). — **A mosaic disease of Brinjal** (*Solanum melongena* L.). (Une mosaïque de l'Aubergine (*Solanum melongena* L.)). *Curr. Sci.*, XVI, 149-150, 1947.

Mosaïque et déformation des feuilles. La transmission a été obtenue par greffage et à l'aide de l'*Empoasca devastans* (Jassive). Les essais d'inoculation mécanique et par le *Myzus persicae* ont échoué. P. L.

ROLAND (G.). — **Sur une Mosaïque de** *Rumex obtusifolius*. *Parasitica*, VIII, 2, 54-57, 1952.

Mosaïque transmissible mécaniquement et par puceron. Le virus est peu résistant *in vitro* (faible pourcentage de transmission mécanique, inactivation à 50%). Ce virus serait identique à celui décrit par CHAMBERLAIN et MATTHEWS et que l'auteur propose de dénommer *Rumex virus* 2. Il n'y aurait pas de transmission par la graine. La transmission au Tabac aurait été obtenue à l'aide de deux pucerons (*Myzus persicae et Aphis rumicis*) mais non mécaniquement.

P. L.

POSNETTE (A. F.). — **New vectors of Strawberry viruses**. (De nouveaux vecteurs des maladies à virus de Fraisier). *Nature London*, CLXIX, 4, 307, 837-838, 1952.

Myzus ascalonicus et *Acyrthosiphon* (*Macrosiphum*) *malvae subsp. rogersii* peuvent transmettre deux composants d'un complexe du Fraisier. Seuls les virus à courte persistance peuvent être transmis par ces pucerons qui sont d'ailleurs moins efficients que le *Capitophorus fragaefolii*. Deux types de symptômes apparaissent sur les feuilles inoculées « mild crinkle » et « vein clearing ».

P. L.

THUNG (T. H.). — **Waarnemingen om trent de dwergzickte bij Framboos en wilde Braam II**. Observations sur la maladie du « stunt » des Rubus sur les Framboisiers et les Ronces sauvages). *Tijds-over Plantenz*, LVIII, 6, 255-259, 1952.

Des petits fragments de racines portant des pousses ont été portés à des températures élevées, dans des conditions différentes, en janvier 1952. Ils étaient ensuite plantés en serre, et les observations étaient réalisées le 3 octobre 1952. Dans une première série les souches malades étaient portées à 46° pendant des périodes variant à un quart d'heure près de 1 heure à 3 h 1/4. Les traitements de 2h. 3/4 ou moins stimulent la croissance. Une durée supérieure est néfaste. Beaucoup de plantes traitées 1h 3/4 sont saines. Les résultats sont pourtant irréguliers. Dans une 2e série on portait à 45°. La croissance était moins bonne que dans la série précédente mais toutes les plantes survivantes paraissaient saines. Le même résultat a été obtenu avec des traitements à 50° (5 à 60 minutes). L'auteur a montré antérieurement que la maladie était curable par la chaleur. Les pousses d'aspect sain sont donc vraisemblablement indemnes de virus.

P. L.

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 4-12-1953.
Dépôt légal : 4e trimestre 1953 *N° d'impression : 167*

OBSERVATIONS SUR LA MORPHOLOGIE ET LA BIOLOGIE DES SESAMIES DU MAIS ET DU SORGHO EN FRANCE (*Sesamia nonagrioides* LEF. et *S. cretica* LED.)

PAR

P. NEPVEU

Station de Zoologie Agricole,
Centre de Recherches Agronomiques du Sud-Est, Avignon.

I. — **Lépidoptères vivant sur le Maïs et le Sorgho en Basse-Provence.**

II. — **Caractères morphologiques distinctifs des deux espèces de Sésamies.**

III. — **Extension géographique des deux Sésamies.**

IV. — **Quelques données biologiques comparées sur les deux Sésamies.**

V. — **Conclusions.**

Parmi les Lépidoptères dont les larves minent les tiges ou les inflorescences du Maïs et du Sorgho, on ne relevait en France, pour leur importance économique majeure que la Sésamie du Maïs (*Sesamia nonagrioides* LEF.) et la Pyrale du Maïs (*Pyrausta nubilalis* HBN.). On doit ajouter maintenant *Sesamia cretica* LED., introduite depuis une douzaine d'années dans la vallée du Rhône, où elle provoque des dommages considérables au Sorgho (NEPVEU, 1948). Le Maïs hybride commence à être cultivé sur de grandes surfaces au sud de cette région, en Camargue et en Crau, et l'on peut craindre que le voisinage des Sorghos très atteints lui soit préjudiciable. L'importance des échanges commerciaux portant sur les pailles brutes de Sorghos entre le sud-est et le sud-ouest de la France laisse redouter à bon droit que *S. cretica* soit introduite dans le Bassin d'Aquitaine depuis peu. On ne peut évidemment rien dire *a priori* sur son comportement dans un climat océanique tempéré, mais il importe de pou-

voir diagnostiquer sa présence. Aussi trouvera-t-on ici quelques précisions sur les différences morphologiques entre ces deux espèces de Sésamies présentes sur notre sol, qui posent à notre agriculture de si difficiles problèmes.

I. — LÉPIDOPTÈRES VIVANT SUR LE MAIS ET LE SORGHO EN BASSE-PROVENCE

Outre *Sesamia nonagrioides* LEF., *S. cretica* LED. et *Pyrausta nubilalis* HBN., on rencontre en Basse-Provence d'autres Lépidoptères capables de provoquer par place des dégâts sur les Maïs. Les espèces suivantes sont assez fréquentes dans les épis : *Chloridea armigera* HBN., *Cirphis Loreyi* DUP., *C. unipuncta* HW., *C. zeae* DUP., *C. congrua* DUP., et une Géométride polyphage jamais signalée encore des Graminées : *Gymnoscelis pumilata* HBN. (détermination de C. HERBULOT) rencontrée en Crau. D'autres Noctuides attaquent les plantes au niveau du sol, telles que *Agrotis c-nigrum* L., *A. ypsilon* ROTT., *Euxoa segetum* SCHIFF., *Feltia exclamationis* L., *Phytometra gamma* L. Les élevages sont très parasités et l'on perd ainsi beaucoup d'exemplaires ; en les multipliant on trouvera certainement d'autres Lépidoptères à ajouter à cette liste. Jusqu'à présent nous n'avons pas rencontré *Phlyctaenodes sticticalis* L. (Pyralide), cité par CHABOUSSOU (1950) sur Maïs dans le Bassin d'Aquitaine, ni *Brythis pancratii* CYR. (Noctuide), cité par RISBEC (1950) comme faisant des dégâts en A. O. F. sur cette plante et qu'un travail précis de R. HENRIOT (1933) a montré comme étant commun en certaines régions de Camargue.

II. — CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DISTINCTIFS DES DEUX ESPÈCES DE SÉSAMIES

Une étude documentée a été publiée par ROCCI et TURATI (1934) sur ce sujet. Tout récemment TAMS et BOWDEN (1953) ont apporté d'indispensables précisions pour clarifier le statut des *Sesamia* GUENEE, genre particulièrement ardu, revisant la synonymie, la distribution géographique. A la suite de ce dernier travail nous savons que l'espèce nommée *vuteria* par STOLL en 1783 n'existe qu'en Afrique du Sud. Il faut donc reprendre pour l'espèce existant en Europe occidentale le nom de *nonagrioides* qui lui a été donné par LEFEVRE en 1827, et que HAMPSON, à tort, fit tomber en synonymie de *vuteria* STOLL en 1910.

Les adultes des deux espèces de Sésamies, *S. nonagrioides* et *S. cretica* se ressemblent assez pour que l'on puisse les confondre dans un examen rapide. Les ailes supérieures d'une envergure de 28 à 35 mm sont

ochracé clair avec de légers reflets rosés sur les exemplaires intacts. Une ombre est répandue vers le bord apical, plus marquée encore tout au long de la nervure médiane qui tranche fréquemment en clair. Une série de petits points noirs faiblement marqués est disposée sur les nervures dans l'aire antédistale ; il peut exister deux points près de la base, et deux autres très écartés devant la série antédistale. En général *nonagrioides* montre tous ou presque tous ces points. En général *cretica* présente une série antédistale plus ou moins incomplète, ou même absente, ce qui communique une teinte plus claire et plus rosée, aux séries de cette espèce. Mais la variabilité de ce caractère ne permet aucune conclusion spécifique. Il n'est pas possible non plus de conclure d'après la coloration des ailes postérieures d'un blanc plus pur chez *cretica*.

Les seuls caractères valables pour distinguer ces deux espèces sont à tirer des antennes des mâles ou des pièces génitales.

1° **Antennes des mâles.** — Les antennes du mâle de *nonagrioides* sont bipectinnées sur toute leur longueur. A l'œil nu elles paraissent comme rubannées ; à la loupe on distingue nettement les dents dont l'en-

FIG. 1. — Fragment de l'antenne du mâle de *Sesamia nonagrioides* LEF.

FIG. 2. — Fragment de l'antenne du mâle de *Sesamia cretica* LED.

vergure équivaut à cinq fois le diamètre du rachis. Les antennes du mâle de *cretica* sont dépourvues de cette pectination ; elles ont à l'œil nu l'aspect « en queue de rat » des antennes des femelles. A la loupe on distingue deux paires de touffes de poils sur chaque article (fig 1 et 2).

2° **Armure génitale mâle.** — Le IX^e urite, ou tegumen, de *nonagrioides* présente un épaulement latéral pilifère que l'on ne retrouve pas chez *cretica* (fig. 3 et 4).

FIG. 3. — Armure génitale mâle de *S. nonagrioides* LEF (× 125).

FIG. 4. — Armure génitale mâle de *S. cretica* LED (× 125).

Les valves sont articulées à leur base externe avec le tegumen ; la côte interne qui part de l'articulation se prolonge chez *nonagrioides* par une apophyse aiguë qui n'existe pas chez *cretica*. Cette apophyse peut être vue facilement chez l'animal entier en brossant légèrement les poils couvrant l'extrémité de l'abdomen.

FIG. 5. — Valve droite isolée de *S. nonagrioides* LEF (× 220).

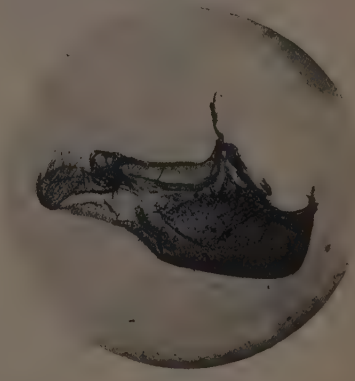


FIG. 6. — Valve droite isolée de *S. cretica* LED (× 200).

La côte externe des valves de *nonagrioides* (fig. 5 et 6) se termine par une apophyse chitineuse hérissée de grosses pointes opaques sur sa face interne concave ; chez *cretica* cette côte est faiblement chitinisée et munie de longues soies molles. De plus, cette côte, indépendante de l'apophyse

spatuliforme médiane chez *nonagrioides*, lui est au contraire soudée chez *cretica*.

Toutes les formations périphériques précédentes de l'armature mâle sont plus fortement chitinisées et armées chez *nonagrioides* que chez *cretica*. C'est le contraire en ce qui concerne l'édéagus couvert seulement de petites écailles à son extrémité chez *nonagrioides*, mais développant chez *cretica* une frondaison terminale de grosses épines (fig. 7 et 8).

FIG. 7. — Edeagus de *S. nonagrioides* LEF (× 200).

FIG. 8. — Edeagus de *S. cretica* LED (× 200).

3° **Orifices génitaux femelles** (fig. 9 à 12.) — L'orifice de copulation, ou *ostium bursae*, est recouvert au repos par une grosse formation charnue issue de la base du 8e sternite, chez *nonagrioides*, et de petite dimension chez *cretica*.

Chez *nonagrioides* l'ostium est fortement chitinisé ; les plaques latérales sont marquées et étendues ; l'ouverture se prolonge par un long col étroit conduisant à la *bursa* et reste légèrement baillante, l'ensemble affectant la forme d'un entonnoir un peu aplati. Chez *cretica* l'ouverture transversalement plus étendue présente des lèvres serrées, à plaques latérales chitinisées peu marquées et peu étendues ; elle s'ouvre directement dans la *bursa* ; la lèvre antérieure est plus chitinisée et plus large que la lèvre postérieure.

En conséquence le *ductus bursae*, ou canal séminal, prend naissance chez *nonagrioides* à quelque distance de l'ostium, au point de jonction du col de l'ostium coupé en sifflet avec la *bursa* ; tandis que chez *cretica*, le *ductus* débute tout près de l'ostium. Le *ductus* est plus long et plus étroit chez *nonagrioides* que chez *cretica*.

La bourse copulatrice, ou *bursa*, est plus longue et plus étroite chez *nonagrioides* ; elle est plus large et plus courte chez *cretica*.

FIG. 9. — *Sesamia nonagrioides* LEF., VIII^{e} et IX^{e} urites de la femelle. La *bursa* relativement plus étroite et plus longue se raccorde à l'*ostium* très chitinisé par un col arqué chitinisé. (*Ex larva* tige de riz, Camargue, 1952) (× 100).

FIG. 10. — *Sesamia cretica* LED., VIII^{e} et IX^{e} urites de la femelle. La *bursa* relativement plus large et plus courte se raccorde directement à l'*ostium* peu chitinisé. (*Ex larva* tige de Sorgho, Orange, 1949) (× 130).

FIG. 11. — *Sesamia nonagrioides* LEF., femelle. Le VIII[e] urite a été réduit à l'*ostium*, au col et à la *bursa*. L'*ostium* et le col forment un entonnoir à l'ouverture béante que l'on distingue mal sur le cliché par suite de l'applatissement de la préparation. Le *ductus* prend naissance à distance de l'*ostium*, au bas du col. (*Ex larva* Maïs, Camargue, août 1951 (× 120)).

FIG. 12. — *Sesamia cretica* LED., femelle. (Même manipulation que pour la figure précédente). L'*ostium* est peu chitinisé, muni de deux lèvres accolées. La *bursa* se raccorde largement et directement à l'*ostium*. Le *ductus* est plus court que chez *nonagrioides* (× 120). *(Photos P. NEPVEU)*

4° **Conseils pratiques.** — Au cours des déterminations rapides en série pour différencier les deux espèces on regardera uniquement, sauf accident, les antennes chez le mâle, et chez la femelle le col joignant l'ostium à la *bursa*, qui fait saillie dans l'abdomen comme une griffe chez *nonagrioides* et manque chez *cretica*.

On aura avantage à employer la technique de CLARKE et GATES modifiée par VIETTE (1952) pour la préparation des armures génitales.

5° **Chenilles.** — En ce qui concerne les chenilles les différences extrêmement faibles sont d'ordre statistique. ROCCI et TURATI ont trouvé que la chenille de *cretica* est en général plus pâle que celle de *nonagrioides* et d'une teinte jaune plus rosée. *Cretica* acquiérerait en outre rarement la teinte dorsale rouille de *nonagrioides*. Cette remarque est souvent juste mais tous ces critères sont insuffisants. Au cours de la croissance l'indice céphalique des chenilles de *nonagrioides* est constamment plus élevé que celui des chenilles de *cretica* ; en se référant à la longueur du corps, c'est-à-dire à l'âge apparent, on peut avoir une présomption d'autant plus précise que la chenille est plus proche de la nymphose (voir le tableau, page 454).

III. — EXTENSION GÉOGRAPHIQUE DES DEUX SÉSAMIES

On connaît *Sesamia nonagrioides* LEF. dans toute la partie méridionale de la France où elle semble exister depuis les premières observations entomologiques. Par contre, *S. cretica* LED. est connue depuis peu avec précision de la vallée du Rhône (BOURSIN 1943) ; d'après de récentes observations communiquées verbalement elle a atteint le bord occidental du Massif Central (CHABOUSSOU, 1953). Enfin elle a été signalée dans la haute vallée de la Durance, près de Briançon (Dr CLEU, 1951).

La distribution de ces deux Noctuelles qui n'existent pas dans le Nouveau-Monde où en compagnie de *P. nubilalis* ce sont les *Diatraea*, autres Pyralides, qui les remplacent, peut se résumer ainsi :

A. — La *S. nonagrioides* LEF. (= *S. vuteria* Auct.) est répandue dans le Bassin d'Aquitaine et la Vallée du Rhône, en Espagne, au Portugal, aux Açores et aux Canaries. On la retrouve en Afrique du Nord. D'après TAMS et BOWDEN (1953) toutes les références d'Afrique se rapportent à *S. calamistis* HAMPSON qui se distingue de *nonagrioides* par sa juxta losangique, celle de *nonagrioides*, nettement visible sur la figure 3 étant en forme de bouteille.

Ces deux auteurs affirment que *nonagrioides* ne se rencontre que sur Maïs. Nous avons cependant trouvé sa chenille adulte sur riz en Camargue. D'autre part les invasions brutales, immédiatement massives, de vastes plantations de Maïs hybrides en Camargue et en Crau, en des lieux où l'on n'avait fait jusqu'à présent que de toutes petites cultures de Maïs, dénom-

brables plus par pieds individuels que par mètres carrés, et en général trop arrosées dans les potagers pour être atteintes par *S. nonagrioides*, laissent à penser que nos connaissances sur les plantes-hôtes spontanées sont insuffisantes. On ne rencontre pas *S. nonagrioides* sur les Sorghos de la région d'Orange (Vaucluse).

B. — La *Sesamia cretica* LED. (= *S. hesperica* FREYER, = *S. gracilis* REBEL, = *S. pecki* TAMS) s'étend autour de la Méditerranée dans les régions productrices de Sorgho, de Mil et de Maïs. C'est-à-dire en Europe méridionale (vallée du Rhône, Italie, Dalmatie, Balkans), moins la péninsule ibérique cependant, en Turquie et au Turkestan, en Afrique du Nord, Égypte, Palestine, Syrie, Liban, y compris les Iles méditerranéennes et les Iles Canaries. On la trouve à profusion également dans la haute et basse vallée du Nil et en A. O. F.

Outre le Maïs et le Sorgho, *cretica* attaque aussi le Blé et le Riz en A. O. F. et au Soudan (RISBEC, 1950). D'après nos constatations elle attaque les Sorghos sucriers, fourragers ou à grains qui lui sont offerts.

Il est donc assez curieux de noter que l'introduction de *cretica* en France est toute récente, étant donné les relations commerciales avec le sud-est européen portant avant la guerre sur un tonnage de pailles à balais considérable. On est conduit à penser que ces importations ne comportaient alors que des produits de première qualité, et qu'il a fallu les difficultés des années 40, et les importations imposées par les occupants pour introduire cette Noctuelle dans le Bassin du Bas-Rhône.

IV. — QUELQUES DONNÉES BIOLOGIQUES COMPARÉES ENTRE LES DEUX SÉSAMIES

La comparaison entre les biologies de ces deux espèces morphologiquement et écologiquement si proches, n'a pas été faite en un même lieu et sur la même plante-hôte. Il semble cependant que les traits essentiels de leurs biologies sont sensiblement les mêmes sous notre climat si l'on s'en rapporte aux travaux parus (FEYTAUD, 1923 ; LESPES et JOURDAN, 1940 ; NEPVEU, 1948, 1950, 1953).

La ponte a lieu de la même façon sous les gaines foliaires du Maïs ou du Sorgho. Dans le climat français on compte deux générations aux mêmes époques pour chaque espèce. L'évolution de *nonagrioides* se fait en sept mues pour la première génération, en huit pour la seconde (LESPES et JOURDAN, 1940). D'après nos élevages il y a également huit mues pour la génération hivernante de *cretica* dans la vallée du Rhône. Les mensurations des capsules céphaliques des chenilles de ces élevages de *cretica* étaient inférieures à celles indiquées pour *nonagrioides* aux âges correspondants. C'est en accord avec la remarque de ROCCI et TURATI que *cretica*

a la tête plus petite en fin de croissance que celle de *nonagrioides*, et celles que nous avons pu faire. Voici les dimensions observées en millimètres :

Ages	Indices céphaliques *nonagrioides*	(*a*)	*cretica*
1°	0,30		0,32
2°	0,44 à	0,47	0,45
3°	0,79 —	0,85	0,58
4°	1,15 —	1,25	0,80
5°	1,43 —	1,53	1,10
6°	1,64 —	1,75	1,54
7°	2,20 —	2,31	1,61
8°	3,05 —	3,08	2,10

(*a*) d'après (10).

Au cours de l'évolution larvaire *nonagrioides* attaque principalement les parties basses des tiges de Maïs, endroit où la nymphose se fait le plus souvent (Feytaud, 1923 ; Genieys, 1923). C'est également ce que nous avons pu constater en Crau et en Camargue : les hivernantes se trouvent presque uniquement dans un grand évidement de la base du chaume au niveau des racines coronales ; c'est également là que la mortalité naturelle rencontrée parmi les chenilles est la plus faible.

D'après nos constatations il n'en est pas de même pour *cretica* sur Sorgho. Si la première génération attaque bien le bas de la plante non encore complètement formée en juin et juillet, les larves de deuxième génération pour se nourrir ou pour hiverner se trouvent en plus grand nombre dans la partie supérieure des tiges principales ou secondaires, et sous les gaines foliaires de la partie haute des Sorghos. En règle générale les 2/5^{e} environ des chenilles restent dans les chaumes hauts de près d'un mètre après la récolte, mais la plus grande partie est recueillie avec la partie haute des pailles de Sorgho.

Dans certains champs de Sorghos où seule la deuxième génération fait de notables dégâts par suite d'une abondance relative plus grande, ceux-ci sont en général localisés au-dessus du 6^{e} entrenœud de la tige principale qui en comprend 8 à 10, ou dans les ramifications secondaires partant des mêmes niveaux.

Dans d'autres champs de Sorghos, très contaminés par *cretica* dès la première génération à la suite d'abondantes pontes de printemps, les dégâts ont lieu tout au long de la tige en voie de croissance ; mais les chenilles de deuxième génération hivernent plutôt vers le haut de la plante en moindre proportion à vrai dire que dans le cas précédent, car dans leur jeune âge elles habitent volontiers les galeries déjà creusées vers le bas de la tige par la génération précédente.

Cette observation montre que *cretica* au cours de son évolution larvaire préfère les tissus jeunes et succulents du Sorgho disposés plutôt aux extrémités. La tige de Maïs reste plus longtemps succulente sur toute sa

longueur et en outre ne possède pas de ramifications. La différence de comportement des deux espèces paraît donc plus trophique que spécifique. Cela explique aussi l'importance du poudrage des pailles récoltées et de l'incinération des débris d'effeuillage dans la réussite des traitements insecticides dans la lutte contre *cretica* sur Sorgho dans la vallée du Rhône (NEPVEU, 1948, 1950 ; BENAS et NEPVEU, 1953).

Le froid et la sécheresse affectent différemment les deux espèces.

Ainsi *nonagrioides*, espèce atlantique, ne supporte pas durant la diapause hivernale une longue période de sécheresse comme peut le faire *cretica*, espèce de l'est méditerranéen et d'Afrique. Au printemps, dans la tige de maïs plus ou moins creuse et détruite de l'année précédente, la chenille de *nonagrioides* se tient à la limite de la portion sèche et de la portion humide des chaumes partiellement enfouis, c'est-à-dire au niveau du sol ou légèrement au-dessous. Par contre on trouve *cretica*, dans le Sorgho, à tous les niveaux, humides ou secs, et plus particulièrement à ces derniers. La conservation des chenilles de *cretica* se fait très bien, d'octobre à mai, dans des tiges sèches de Sorgho jamais humectées, dans le climat sec de la région ; on les garde également dans des tiges sèches de Sorgho ou de Maïs refendues et creusées en gouttières au milieu, formant une mine artificielle, qu'elles munissent avant la nymphose d'un trou de sortie pour le papillon. Dans ces mêmes conditions les chenilles de *nonagrioides* se ramollissent et souffrent visiblement du manque d'eau, finissant souvent par périr faute d'une humidité suffisante.

Pour l'une et pour l'autre espèce cependant un excès d'humidité obtenu par l'enfouissement des tiges dans un labour d'automne ou de printemps par exemple, est nuisible ; il provoque une mortalité totale, dans un délai qui dépend de la température du sol, ou le départ des chenilles.

Influence de la température sur la mortalité hivernale de cretica

Température et durée (*a*)	p. cent de mortalité parmi les individus à l'état de : chenilles	chrysalides	p. cent d'imagos écloses
Témoin gardé 2 semaines à + 2°	25	6	69
Chenilles gardées 4 jours à + 2°, 8 jours à — 3°, 4 jours à + 2°	23	12	65
Chenilles gardées 4 jours à + 2°, 3 jours à — 3°, 3 jours à — 8°, et 4 jours à + 2°	29	12	59

(*a*) Je remercie M. GRISON de la Station Centrale d'avoir bien voulu faire faire cette réfrigération avec son appareillage.

Les larves de *nonagrioides* sont tuées par des froids hivernaux modérés d'après GENIEYS (1923) et SCHIRBER (1924), la température critique paraissant se trouver d'après ces auteurs autour de — 7°C. DELGADO DE TORRES (1930) signale aussi que, contrairement aux larves de *P. nubilalis*, les chenilles de *nonagrioides* sont tuées par de fortes gelées en Espagne.

Connaissant ces remarques nous avons été frappés par le fait que les abondances de *cretica* dans la vallée du Rhône n'avaient pas subi de diminution à la suite des hivers rigoureux de ces dernières années. Sans vouloir examiner déjà ce qui peut être attribué aux conditions de conservation des pailles sèches à l'abri de l'humidité et aux modifications internes des chenilles, nous avons fait déposer des lots de chenilles de *cretica* dans un réfrigérateur. Les résultats montrent que *cretica* n'est pas aussi sensible au froid que *nonagrioides* (p. 455).

V. — CONCLUSIONS

Deux Noctuelles morphologiquement très voisines, *S. nonagrioides* et *S. cretica* attaquent en France le Maïs et les grandes Graminées. *S. cretica* récemment introduite est en voie d'extension, et n'est encore commune que dans les vallées du Rhône et de la Durance, là où l'on trouve Maïs et Sorgho. Il convient de rechercher si elle s'étend plus loin. Nous donnons les moyens pratiques de les identifier.

Quelques différences biologiques apparaissent entre ces deux espèces très nuisibles, notamment dans la localisation à l'intérieur des grandes Graminées, dans leur susceptibilité au froid et à la sécheresse.

Dans le Sud-Est les différences actuelles de nuisibilité justifient pleinement le nom de Noctuelle du Maïs pour *S. nonagrioides* et de Noctuelle du Sorgho pour *S. cretica*. Cette différence de plante-hôte est probablement d'ordre historique ; on la doit à introduction de *cretica* dans la zone du Sorgho vers 1940, et d'autre part à l'extension toute récente du Maïs hybride en Camargue et en Crau où seule *nonagrioides* était sporadiquement représentée. Il n'est pas douteux que par la suite *cretica* s'attaquera aux plantations de Maïs.

La pullulation massive et catastrophique de *nonagrioides* sur les Maïs hybrides dès leur introduction, en des lieux où il n'en avait jamais été semé, et dans lesquels cette grosse Noctuelle passait pour rare, pose le problème non résolu des plantes-hôtes spontanées. *Nonagrioides* a été trouvé fréquemment sur le Riz, en élevages d'adultes *ex larva*, et constitue une menace potentielle pour cette plante si la culture du Maïs prend place dans l'assolement cultural de Camargue.

Reçu pour publication le 25 avril 1953.

BIBLIOGRAPHIE

(1) BENAS (G.) et NEPVEU (P.). — Résultats de la lutte généralisée contre la Noctuelle du Sorgho dans le Vaucluse. *C. R. Ac. Agr.*, 398-402 XXXIX, 1953.

(2) Boursin (Ch.). — La *Sesamia cretica* Lederer en France *Rev. Fr. Lép.*, X, 1943, Paris.
(3) Chaboussou (F.). — Les parasites animaux du Maïs. *Le Maïs*, rapport présenté au cours du Congrès de Pau, Union Nationale Coop. Agr. de Céréales, 159-181, 1950, Paris.
(4) Cleu (Dr H.). — Supplément au peuplement en Lépidoptères du bassin supérieur de la Durance, *Rev. Fr. Lép.*, XIII, 153-160, 1951, Paris.
(5) Delgado de Torres (D.). — Las Orugaz del Mais, *Bol. Pat. Veg. Ent. Agr.*, 1-20, 1930, Madrid.
(6) Feytaud (J.). — Les Insectes du Maïs, *Rev. Zool. Agr. Appl.*, 218-233, 1923, Bordeaux.
(7) Genieys (P.). — Les Vers de tiges de Maïs, *Rev. Zool. Agr. Appl.*, 314-317, 1923, Bordeaux.
(8) Henriot (R.). — Brithys pancratii CYR., *Amateur de Papillons*, 171-175, 1933, Paris.
(9) Lefèvre. — *Ann. Soc. Linn.*, p. 98, pl. 5, 1827, Paris.
(10) Lespès (L.) et Jourdan (M. L.). — Observations sur la Biologie de la Sésamie du Maïs (*S. vuteria* Stoll) au Maroc, *Rev. Zool. Agr. Appl.*, 49-58, 1940, Bordeaux.
(11) Martelli (M.). — La Piralide e la Sesamia del Mais (*P. nubilalis* e *S. cretica*), *Circ. R. Oss. fitop. Ist. Univ. Bologna*, 1938, Bologna.
(12) Miège (E.). — Sur une invasion des Céréales au Maroc par la *S. nonagrioides* Lef., *Rev. Zool. Agr. Appl.*, 314-317, 1923, Bordeaux.
(13) Nepveu (P.). — *S. cretica* Led. Noctuelle nuisible au Sorgho en France, les techniques de lutte à lui opposer, *C.-R. Ac. Agr. Fr.*, XXXIV, p. 971, 1948, Paris.
(14) Nepveu (P.). — La Noctuelle du Sorgho dans le sud-est (*S. cretica* Led.) Biologie et moyens de lutte, *Bull. Techn. Inf. Ing. Serv. Agr.*, 487-490, 1950, Paris.
(15) Nepveu (P.) et Audemard (H.). — Facteurs réglant la lutte contre les chenilles endophytes du Maïs en Basse-Provence *Comm. Soc. Phytiatrie et Phytoph.* 1953 et *Bull. Techn. Inf. des Ing. des Serv. Agr.*, 643-648, 1953, Paris.
(16) Risbec (J.). — Les insectes nuisibles au Maïs dans les territoires tropicaux, *Le Maïs*, Rapp. prés. Congrès du Maïs de Pau, *Union Nationale, Coop. Agr. Céréales*, 1950, Paris.
(17) Rocci (U.) et Turati (E.). — Le leucanide del Grupo *Zeae* Dup., e la cosidetta Nottua del Granoturco, *Mem. Soc. Ent. Ital.*, XII, 273-293 et XIII, 2-22, 1934, Genova.
(18) Schirber (E.). — Sur *S. nonagrioides*, *P. nubilalis*, et leurs chenilles, *Proc.-Verb. Soc. linn.*, 106-107, 1924, Bordeaux.
(19) Tams (W. H. T.) et Bowden (J.). — A revision of the african Species of *Sesamia* Guenée and related genera, *Bull. Ent. Res.*, 645-678, 1953, London.
(20) Viette (P.). — Une technique de préparation des armures génitales, *Rev. Fr. Lép.*, XIII, 249-251, 1952, Paris.

ÉTUDE DES ACTIONS OVICIDES

IV. TOXICITÉ DES HUILES ET DE DIVERSES SUBSTANCES EMPLOYÉES AU LABORATOIRE DANS DES CONDITIONS DIFFÉRENTES.

PAR

M. RAUCOURT, G. VIEL et Mlle M. CHANCOGNE

Laboratoire de Phytopharmacie, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Méthodes d'étude.

II. — Résultats donnés par la méthode de trempage.

1. Huiles.
2. Substances diverses (lessive sulfocalcique, parathion).

III. — Comparaison des méthodes de trempage et de pulvérisation.

IV. — Résumé.

Nous avons décrit dans un mémoire précédent (1) des méthodes de laboratoire qui utilisent les œufs d'*Ephestia kuhniella* et ceux d'*Operophtera brumata* pour estimer la valeur ovicide des substances chimiques. Ces techniques, dont les résultats ne sont pas nécessairement conformes à ceux trouvés en plein champ, nous ont néanmoins permis des appréciations relatives de l'efficacité de quelques substances chimiques réputées ovicides.

Avant de présenter les résultats beaucoup plus valables qui ont été obtenus en employant une méthode qui respecte les conditions d'application pratique, nous résumerons ici l'ensemble des essais préliminaires non encore publiés dans les chapitres précédents de cette étude.

I. — MÉTHODES D'ÉTUDE

Les méthodes employées sont le trempage et la pulvérisation. La méthode de trempage a été utilisée sur les œufs d'*Ephestia kuhniella* avec

(1) Etude des actions ovicides : I. Techniques d'essais, par G. VIEL et Mlle M. CHANCOGNE. *Ann. Epiph.*, Tome I, 293-306, 1950. — II. Toxicité des dinitrophénolates, par G. VIEL et Mlle M. CHANCOGNE. *Ann. des Epiph.*, Tome II, 450-455, 1951. — III. Influence des mouillants sur la toxicité du dinitrocrésylate de sodium, par Melle M. CHANCOGNE. *Ann. des Epiph.*, Tome III, 323-328, 1952.

tous les produits essayés. Certains produits ont servi à comparer les résultats donnés par le trempage et la pulvérisation sur les œufs d'*Ephestia kuhniella* et sur ceux d'*Operophtera brumata*.

II. — RÉSULTATS DONNÉS PAR LA MÉTHODE DE TREMPAGE

1. Produits à base d'huiles.

A) *Huiles d'anthracène.* — Les huiles d'anthracène à usage agricole sont constituées en principe par les fractions de la distillation du goudron de houille passant entre 270° et 400°. Elles répondent aux caractéristiques suivantes : leur densité est au plus égale à 1.1 ; elles ne déposent pas de boues à 0° et au-dessus ; pendant leur distillation, il passe au plus 20 p. 100 au-dessous de 270° et au moins 60 p. 100 entre 270 et 360° ; leur teneur en phénols est inférieure à 8 p. 100, celle en eau inférieure à 0, 15, p. 100. On les emploie à des doses variant de 6 à 8 p. 100 en huile, sous forme d'émulsions dans l'eau.

Les résultats obtenus avec cinq échantillons différents sont résumés dans le tableau I.

Tableau I.

*Action ovicide des huiles d'anthracène sur œufs d'*Ephestia kuhniella. *Méthode de trempage.*

Désignation du produit	Teneur en huile	Mortalité des œufs pour des concentrations en huile (*p. cent*) de : 0,002	0,004	0,007	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,1	0,2
N° 663.....	40 p. cent	0	32,5		94	85		96				
N° 7321	60 p. cent						41			100		
N° 386	72 p. cent			8	50		92					
N° 6342	47 p. cent											
N° 844.....	40 p. cent	21	50		97				48		91	100

L'examen de ce tableau montre que :

1° Les huiles d'anthracène employées en trempage sont très efficaces sur les œufs d'*Ephestia*. Avec les produits étudiés, la mortalité totale est obtenue à des concentrations variant entre 2.10^{-4} et 2.10^{-3}, alors que la dose d'emploi la plus faible préconisée est 30 fois plus forte que la plus grande de ces valeurs.

2° Les efficacités des différentes huiles d'anthracène employées sont variables suivant les échantillons. Les D L 50 des 5 produits étudiés se situent entre 4.10^{-5} et 5.10^{-4}. Des différences dans la composition chimique ou dans les propriétés physiques des émulsions peuvent amener des variations dans leurs efficacités. En particulier, la présence d'une huile dont les points de distillation sont inférieurs à ceux qui ont été indiqués plus haut, semble entraîner une grosse diminution d'action ovicide.

B) *Huiles de pétrole.* — Les huiles de pétrole insecticides sont constituées par les fractions des pétroles bruts distillant entre 300 et 400°, auxquelles on a fait subir une épuration spéciale ayant pour but d'éliminer les substances nuisibles aux végétaux. Leur densité à 15° est comprise entre 0.850 et 0.950 ; le point d'inflammabilité Luchaire est de 140° à 200° ; elles distillent entre 300° et 400° ; leur viscosité à 38° est de 50 à 200 secondes Saybolt. On les emploie en émulsion dans l'eau à des doses voisines de 3 p. 100 d'huile.

Nous avons recherché l'action ovicide de 2 huiles de pétrole sur les œufs d'*Ephestia kuhniella* en trempage. Les résultats sont les suivants.

TABLEAU II.

*Action ovicide des huiles de pétrole sur œufs d'*Ephestia kuhniella. *Méthode de trempage.*

Désignation du produit	Teneur en huile	Mortalité des œufs pour des concentrations en huile (*p. cent*) de : 0,08	0,4	0,8	1,6	2	4
Produit A.....	83 p. cent	0	57	79			
Produit B.....	83 p. cent			76	66	90	95

La D L 50 des huiles de pétrole essayées est aux environs de 4.10^{-3}. Ces produits sont sensiblement moins efficaces que les huiles d'anthracène. Il est utile de noter que la mortalité totale des œufs d'*Ephestia* n'est pas atteinte au laboratoire avec les 2 huiles de pétrole utilisées en trempage aux doses d'emploi agricoles.

C) *Huiles de schiste.* — Ces produits proviennent de la distillation des schistes bitumineux. Ils sont employés dans la désinfection des bois. Leur efficacité contre les Cochenilles, étudiée sur le Pou de San José, est très faible (1). Il était intéressant de savoir s'ils possédaient une action ovicide ; on a essayé deux échantillons en trempage sur les œufs d'*Ephestia*.

TABLEAU III.

*Action ovicide des huiles de schiste sur œufs d'*Ephestia kuhniella. *Méthode de trempage.*

Désignation du produit	Teneur en huile	Mortalité des œufs pour des concentrations en huile (*p. cent*) de : 0,03	0,06	0,12	0,24
N° 7062	60 p. cent	43	64	80	100
N° 7183	70 p. cent	40	71	100	

La D L 50 des 2 huiles de schiste employées se situe aux alentours de 4.10^{-4}. Jugés par cette méthode, les produits sont à rapprocher des huiles

(1) VIEL (G.). — Etudes sur la valeur insecticide de produits divers dans la lutte contre le Pou de San José. *Ann. des Epiph.*, Tome XII, 401-412, 1946.

d'anthracène les moins efficaces, et sont plus actifs que les huiles de pétrole.

D) *Huiles végétales.* — Les huiles extraites des végétaux n'ont pas d'utilisation courante dans les traitements ovicides. Certaines ont une efficacité coccicide dépendant de la nature de l'huile. Nous avons recherché si l'émulsion dans l'eau d'une huile d'arachide était efficace contre les œufs d'*Ephestia*.

TABLEAU IV.

*Action ovicide d'une huile végétale sur œufs d'*Ephestia kuhniella. *Méthode de trempage.*

Désignation du produit	Teneur en huile végétale	Mortalité des œufs pour des concentrations en huile (*p. cent*) de : 0,125	0,25	0,50	1	2
H. N. N° 21	60 p. cent	42	56	74	95	100

La D L 50 du produit étudié se place aux environs de $2{,}5.10^{-3}$. L'huile végétale est à rapprocher des huiles de pétrole. Cependant, à une concentration de 2 p. 100, elle assure la mortalité totale des œufs d'*Ephestia* trempés dans son émulsion aqueuse.

2. Substances diverses

A) *Lessives sulfocalciques.* — Elles ont été employées en traitement d'hiver à raison de 3 à 6 litres par hectolitre, contre les Cochenilles et les Tétranyques, et comme anticryptogamiques. Essayées en trempage contre les œufs d'*Ephestia*, elles ont donné les résultats suivants :

TABLEAU V.

*Action ovicide des lessives sulfocalciques sur œufs d'*Ephestia kuhniella. *Méthode de trempage.*

Désignation du produit	Mortalité des œufs pour des concentrations (*p. cent*) de : 2	3	4	6	8
Produit A			25		45
Produit B	21		29		80
Produit C		7		28	

Ces trois produits avaient des teneurs en soufre total comprises entre 24 et 28 p. 100. A une dose supérieure à 2 fois 1/2 la dose d'emploi la plus courante, la mortalité totale des œufs n'est obtenue avec aucun des 3 échantillons mis en expérience. Dans les trois cas, à la dose d'emploi de 4 p. 100, les produits ont une efficacité dénuée d'intérêt.

B) *Parathion.* — Le thiophosphate d'o.o. diéthyl-o.p.nitrophényle a déjà été signalé comme ovicide. Les résultats que nous avons obtenus sur le produit ont été publiés (1). Pour les résumer nous nous bornerons à indiquer ici les concentrations à employer pour empêcher les œufs d'*Ephestia* d'éclore, lorsqu'on les traite par trempage avec le parathion dispersé dans l'eau.

TABLEAU VI.

*Mortalité des œufs d'*Ephestia kuhniella *traités par trempage avec du parathion*

Concentrations du produit (*p. cent*)	$2{,}5\ 10^{-4}$	$5\ 10^{-4}$	$1{,}10^{-3}$	$5\ 10^{-3}$
Mortalité des œufs.....	41	54	87	100

Le parathion est le plus efficace des produits que nous avons utilisés contre les œufs d'*Ephestia kuhniella* avec la méthode de trempage. La D L 50 de ce produit se situe aux environs de 5.10^{-6}. Elle est près de 10 fois plus faible que la D L 50 de l'huile d'anthracène la plus active que nous ayons étudiée.

En résumé, si nous classons les produits essayés par ordre d'efficacité décroissante, nous obtenons la liste suivante :

parathion,
huile d'anthracène,
huile de schiste,
huile de pétrole,
huile d'arachide,
lessive sulfocalcique.

Il ressort des études précédemment publiées que le dinitrocrésol se place dans cette liste entre les huiles de schiste et les huiles de pétrole.

III. — COMPARAISON DES MÉTHODES DE TREMPAGE ET DE PULVÉRISATION

Nous avons cherché à voir si nous obtiendrions les mêmes résultats en employant les mêmes produits avec une autre méthode et contre des œufs d'un autre insecte. Dans certains groupes de produits étudiés, un échantillon a été employé en pulvérisation contre les œufs d'*Ephestia*, puis en trempage et en pulvérisation contre les œufs de Cheimatobie.

Les tableaux suivants donnent les mortalités que nous avons obtenues :

(1) G. VIEL et Mlle M. CHANCOGNE. — Sur les propriétés ovicides du thiophosphate de diéthyle et de paranitrophényle, *C. R. Acad. Agric. de France*, T. 36, 681-682, 1950.

TABLEAU VII.

Comparaison de l'action ovicide d'une huile d'anthracène par deux méthodes d'essai sur les œufs de deux insectes.

(Huile nº 386).

	Mortalité des œufs pour des concentrations en huile (*p. cent*) de :								
	0,003	0,007	0,014	0,035	0,07	0,14	0,35	0,7	1,4
sur œufs d'*Ephestia kuhniella* :									
Trempage		8	59	92					
Pulvérisation					7	20	64	96	97
sur œufs d'*Operophtera brumata* :									
Trempage	54	77	90	97					
Pulvérisation					11	34	42	89	87

L'examen de ce tableau montre que :

1º Deux méthodes différentes peuvent donner des résultats très éloignés les uns des autres. Avec les œufs d'*Ephestia*, la D L 50 de l'huile d'anthracène nº 386 employée en trempage est $1{,}4.10^{-4}$; le même produit utilisé en pulvérisation a une D L 50 égale à $1{,}9.10^{-3}$. Le rapport des 2 doses est de 1 à 10. Si on utilise les œufs de Cheimatobie, l'huile nº 386 a une D L 50 de 3.10^{-5} employée en trempage ; en pulvérisation, la D L 50 est égale à 4.10^{-3}. Le rapport des 2 doses est de l'ordre de 1 à 100.

2º L'efficacité d'un produit peut varier dans de grandes limites suivant le matériel biologique auquel on s'adresse : la D L 50 de l'huile nº 386 varie de 1 à 4 si on emploie ce produit en trempage sur œufs d'*Ephestia* ou de Cheimatobie. Elle varie de 2 à 1 si on traite les 2 sortes d'œufs par pulvérisation.

Nous avons fait les mêmes comparaisons avec l'huile de pétrole A.

TABLEAU VIII.

Comparaison de l'action ovicide d'une huile de pétrole déterminée selon deux méthodes d'essai, sur les œufs de deux insectes.

(Produit A, à 83 p. 100 d'huile.)

	Mortalité des œufs pour des concentrations en huile (*p. cent*) de :						
	0,06	0,08	0,16	0,4	0,8	1,6	2,4
sur œufs d'*Ephestia kuhniella*							
Trempage		0		57	79		
Pulvérisation					30	24	
sur œufs d'*Operophtera brumata*							
Trempage	97	98	100				
Pulvérisation				3	11		39

Ce tableau montre que l'action ovicide des huiles de pétrole comme celle des huiles d'anthracène déterminée par la méthode de trempage est nettement plus élevée que si on la détermine par la méthode de pulvérisation. Ici encore, l'une et l'autre méthode permettent de mettre en évidence une différence de sensibilité des œufs d'insectes différents.

La différence entre les 2 méthodes, dans le cas des dinitrocrésols, est beaucoup moins accusée ; les D L 50 ne sont que dans le rapport de 1 à 2 au lieu de 1 à 10 ou 1 à 100 dans le cas des huiles. Les deux espèces d'œufs possèdent également une différence de sensibilité au D.N.C., mais à un moindre degré qu'aux huiles.

Le tableau IX, récapitulant les différentes D L 50, montre clairement que l'appréciation que l'on peut porter au laboratoire sur l'efficacité d'un produit ovicide dépend essentiellement de la méthode de détermination adoptée et des œufs utilisés comme test.

TABLEAU IX.

D L 50 de trois produits employés avec 2 méthodes sur des œufs de 2 insectes différents.

	Œufs d'*Ephestia*			Œufs de *Cheimatobie*		
	Huile d'anthracène	D. N. C.	Huile de pétrole	Huile d'anthracène	D. N. C.	Huile de pétrole
	—	—	—	—	—	—
Pulvérisation	$1{,}9.10^{-3}$	5.10^{-3}	2.10^{-2}	4.10^{-3}	$2{,}5.10^{-3}$	$2{,}5.10^{-2}$
Trempage	$1{,}4.10^{-4}$	$2{,}5.10^{-3}$	4.10^{-3} environ	3.10^{-5}	1.10^{-3}	8.10^{-5} environ

Il en résulte qu'il est difficile d'extrapoler les résultats obtenus avec l'une ou l'autre des méthodes utilisées à la mesure de l'efficacité d'un produit ovicide dans les conditions pratiques d'utilisation. Nous exposerons ultérieurement une méthode plus satisfaisante pour atteindre ce but.

IV. — RÉSUMÉ.

Dans le présent travail, nous donnons les résultats d'essai d'action ovicide par des méthodes de laboratoire (trempage et pulvérisation) pour des produits à base d'huiles (huiles d'anthracène, de schiste, de pétrole, végétale), de lessives sulfocalciques et de parathion.

Les huiles de schiste ont une action comparable à celle des huiles d'anthracène de faible efficacité.

Les huiles de pétrole et l'huile végétale examinée sont moins actives que les huiles d'anthracène.

Les lessives sulfocalciques occasionnent une faible mortalité parmi les œufs, même à haute concentration.

Les produits à base de parathion sont les plus actifs des produits étudiés.

Nous avons en outre comparé deux méthodes d'essai et deux espèces d'œufs-test ; nous avons mis en évidence des différences entre les résultats, variables selon les produits, mais parfois très importantes. Employée comme méthode de dégrossissage, au laboratoire, la technique de pulvérisation doit être nettement préférée à celle de trempage.

Reçu pour publication le 23 septembre 1953,

ÉTUDE DES ACTIONS OVICIDES

V. DÉTERMINATION AU VERGER DE L'ACTION OVICIDE DES PRODUITS POUR TRAITEMENT D'HIVER DES ARBRES FRUITIERS

PAR

Mlle M. CHANCOGNE, P. GRISON et G. VIEL.

Laboratoire de Phytopharmacie
et Station centrale de Zoologie agricole, Versailles.

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.

II. — Description de la méthode d'essais au verger.

1° Œufs de Cheimatobie
Obtention des œufs
Traitement
Conservation des œufs
Contrôle de l'efficacité du traitement
Pourcentage d'œufs perdus.
2° Essais effectués sur des ravageurs autres que la Cheimatobie.

III. — Application de la méthode à quelques substances.

1° Produits employés
2° Conditions des expériences
3° Résultats sur œufs de Cheimatobie
4° Résultats sur fausses pontes d'Hyponomeutes.

IV. — Résumé et conclusions.

Bibliographie.

I. — INTRODUCTION

L'étude des actions ovicides des produits utilisés pour le traitement d'hiver des arbres fruitiers, peut se faire au laboratoire sur des œufs de divers insectes (13) (1). On peut obtenir des courbes de mortalités se rapportant aux différentes substances et comparer entre elles leurs toxicités.

(1) Voir aussi le mémoire précédent, pp. 459-466.

Ce travail constitue un premier stade de recherches dans l'étude entreprise. Cependant, il est nécessaire, si on veut connaître la valeur pratique des produits préconisés, de les appliquer sur les œufs d'insectes visés par les traitements d'hiver et dans les conditions se rapprochant autant que possible des conditions réelles. Des recherches dans ce sens ont déjà été effectuées (2).

Nous nous proposons de décrire une méthode simple qui nous semble, d'une part, posséder la précision des essais de laboratoire quant au dénombrement des œufs mis en expérience, d'autre part satisfaire aux conditions pratiques d'un traitement d'hiver des arbres fruitiers.

II. — DESCRIPTION DE LA MÉTHODE D'ESSAIS AU VERGER

Principe : On pulvérise le produit à étudier dans les conditions ordinaires de traitement, mais d'une façon particulièrement soignée, sur un arbre portant un nombre connu d'œufs. Les éclosions sont contrôlées rigoureusement. Le pourcentage des œufs non éclos, par rapport au nombre total d'œufs présents après le traitement, représente l'efficacité du produit.

Cette méthode permet de contrôler l'efficacité d'un produit sur plusieurs sortes d'œufs. Nous nous occuperons d'abord des *œufs de Cheimatobie*.

1° Oeufs de Cheimatobie

Obtention des œufs (1). — Au moment de la sortie des papillons, on recueille ceux-ci et on les met par dix couples dans des cloches de verre. Chaque cloche renferme un pot garni de sable humide, dans lequel on a piqué de 6 à 10 rameaux de pommier. Ces rameaux sont choisis non couverts de mousse et sans trop d'anfractuosités, sans être cependant complètement lisses, de façon à permettre la ponte des œufs et à faciliter leur dénombrement. Les cloches sont mises dehors, à l'abri de la pluie. Les femelles pondent leurs œufs sur les rameaux. On dénombre les œufs sur chaque rameau et on garde les rameaux piqués sur le sable humide, dehors, sous abri, pour assurer une bonne conservation des œufs. Dans ces conditions, il a été obtenu 21.000 œufs pour 294 femelles, soit 70 œufs par femelle. Cette moyenne est inférieure à celle que l'on obtient, si on isole un couple dans un tube garni de mousseline ; la moyenne est inférieure aussi à celles indiquées par certains auteurs, dans des conditions non déterminées (1).

Traitement. — Avant le traitement, les rameaux porteurs d'œufs

(1) Cette partie du travail a été réalisée par R. SILVESTRE DE SACY. Nous le remercions vivement de sa collaboration.

sont groupés de façon que chaque groupe contienne environ 800 œufs portés par au moins cinq rameaux. On forme autant de groupes qu'il y a de produits à essayer. Les rameaux d'un groupe sont attachés aux branches d'un pommier, dans le prolongement de celles-ci, dans les différentes parties de l'arbre. L'arbre tout entier est traité normalement. Nous nous sommes servi de petits arbres à basse tige, sur lesquels nous avons pulvérisé 3 litres de bouillie avec un pulvérisateur à dos, réalisant ainsi un lessivage de l'arbre.

Conservation des œufs. — Le lendemain du traitement, les rameaux sont détachés de l'arbre et repiqués sur du sable humide. On peut, pour chaque produit utilisé, employer un nombre double d'œufs et diviser les rameaux porteurs d'œufs en deux lots : un premier lot est conservé dehors, à l'abri des intempéries, le second lot est laissé dehors, sans aucune protection contre la pluie, le vent ou la neige. On peut apprécier ainsi l'influence du lessivage naturel sur l'efficacité d'un traitement. Des lots témoins sont conservés dans des conditions identiques et renseignent sur la mortalité naturelle.

Contrôle de l'efficacité du traitement. — On peut opérer de deux façons, soit en comptant les œufs non éclos et les chorions (contrôle direct), soit en comptant les larves écloses (contrôle indirect). Dans les deux cas, on calcule le pourcentage de mortalité en rapportant le nombre des œufs non éclos au total des œufs non éclos et des chorions ou des larves.

a) Contrôle direct : Peu de temps avant l'éclosion, les rameaux correspondant à un même traitement et à un même mode de conservation sont piqués verticalement dans du sable humide à travers le fond d'un cylindre de papier fort, fermé en bas et ouvert en haut. Ceci permet de recueillir les chorions et les œufs non éclos, qui peuvent tomber des rameaux au moment de la sortie des larves.

b) Contrôle indirect : Les cages cylindriques en papier sont encore utilisées, mais on les rend étanches en colmatant avec de la paraffine l'espace annulaire compris entre les rameaux et le papier. On a soin de ne pas laisser les rameaux en contact avec les parois latérales de la cage et de faire celles-ci assez hautes pour que leur sommet dépasse de plusieurs centimètres la partie terminale des rameaux.

Afin d'éviter que les chenilles écloses puissent s'échapper, on les tue au moyen d'un insecticide. A cet effet, les parois des cages sont badigeonnées avec une solution acétonique de zeidane [1] à 10 p. 100.

Cette solution a été retenue comme larvicide après plusieurs essais : l'H.C.H. a été écarté à cause des propriétés ovilarvicides de ses vapeurs (6) Une solution acétonique de zeidane à 1 p. 100 ne laisse pas sur le

[1] Le sigle D. D. T. étant une marque déposée par une firme industrielle, pour satisfaire à sa requête, la Commission française de normalisation de la nomenclature a dû, à son grand regret, abandonner cette appellation comme nom commun et a décidé d'appeler dorénavant Zeidane le 1.1.1.-trichloro-2.2. di (p. chlorophényl) éthane.

papier un dépôt suffisant pour tuer toutes les larves qui tombent sur le fond de la cage. On peut perdre ainsi jusqu'à 30 p. 100 des larves. Si, après avoir badigeonné une cage avec une solution acétonique de zeidane à 10 p. 100, on installe, comme nous l'avons dit précédemment, des rameaux porteurs de 447 œufs de Cheimatobie, on retrouve 374 larves et 66 œufs non éclos, soit un total de 440 larves et œufs.

Quelle que soit la méthode employée, le total œufs non éclos et chorions ou larves permet, en comparaison avec la numération des œufs avant traitement, d'apprécier la quantité d'œufs perdus au cours de la saison, détachés des rameaux par suite des différentes manipulations ou sous l'influence des agents atmosphériques. A titre d'exemple, nous étudierons les nombres d'œufs perdus pendant l'hiver 1951-1952.

Pourcentage d'œufs disparus au cours de l'hiver 1951-1952. — Les premières numérations avant les traitements ont été faites dans le courant du mois de décembre 1951 ; les éclosions se sont échelonnées pendant le mois de mars, et le contrôle d'efficacité a été fait en avril. Deux traitements ont été effectués : le premier a eu lieu le 7 janvier, le second le 29 février. Le tableau suivant donne les pourcentages d'œufs perdus sur les rameaux témoins et sur les rameaux traités, conservés dans les conditions indiquées ci-dessus.

TABLEAU I.

Pourcentages d'œufs disparus entre le traitement et le contrôle.

	Traitement du 7 janvier		Traitement du 29 février	
	Œufs conservés à l'abri	Œufs conservés sans abri	Œufs conservés à l'abri	Œufs conservés sans abri
	—	—	—	—
Œufs témoins	18	25	18	9
Œufs traités	30	21	11	19

L'analyse statistique des pourcentages d'œufs perdus sur chaque rameau des témoins, montre que les œufs ne tombent pas d'une façon homogène des différents rameaux. On ne peut pas mettre en évidence une intervention du traitement ou des agents atmosphériques dans la chute des œufs. Les œufs perdus doivent être des œufs qui sont déposés sur une partie lisse des rameaux et qui se détachent facilement au cours des différentes manipulations.

2° Essais effectués sur des ravageurs autres que la Cheimatobie.

La méthode décrite n'est pas strictement réservée aux cheimatobies : elle peut s'appliquer à d'autres ravageurs hivernant sous formes d'œufs ou de fausses pontes, à ceux qui pondent à une période telle que leurs œufs ou une partie de ceux-ci soient touchés par un traitement d'hiver, ou

à des formes hivernales de Cochenilles. On peut en effet récolter des rameaux porteurs de fausses pontes d'Hyponomeutes, d'œufs de Pucerons ou de Cochenilles ; un traitement tardif peut atteindre également les premiers œufs de Psylles. Tous ces rameaux peuvent être accrochés dans les arbres que l'on traitera et on aura une vue générale de l'efficacité des produits employés. Pendant l'hiver 1951-1952, on a traité en même temps que des œufs de Cheimatobie, des fausses pontes d'Hyponomeutes. Pour chaque produit étudié, il a été employé, par traitement, 12 fausses pontes, soit un nombre moyen approximatif de 300 chenilles. Après les traitements, les rameaux porteurs de 6 fausses pontes ont été conservés dehors sous abri ; les autres rameaux sont restés dehors sans abri. Au début de mars, au moment où ont été rentrés les œufs de Cheimatobie tous les rameaux porteurs de fausses pontes d'Hyponomeutes on été mis a l'abri, de façon que tous les œufs restent pendant le même temps exposés aux intempéries. En fin mars, une quinzaine de jours avant la sortie des chenilles d'Hyponomeutes, on a soulevé les coques recouvrant les fausses pontes, et dénombré les chenilles mortes et les chenilles vivantes. Des rameaux témoins renseignaient sur la mortalité naturelle.

III. — APPLICATION DE LA MÉTHODE A QUELQUES SUBSTANCES

Les essais ont été effectués pendant deux hivers consécutifs : 1951-1952 et 1952-1953.

1° Produits employés

Voici l'indication des produits essayés et des doses utilisées :

Dinitrocrésols :

Préparation 1, renfermant 45 p. 100 de dinitro-crésol à l'état de sel d'ammonium, employée à la dose de 4 p. 1000.

Préparation 2, renfermant 30 p. 100 de dinitrocrésol à l'état de sel de sodium, employée à la dose de 20 p. 1000.

Huiles jaunes :

Préparation 1, contenant 75 p. 100 d'huile de pétrole et 2,5 p. 100 de dinitrocrésol, employée à 30 p. 1000.

Préparation 2, à base de 67 p. 100 d'huile de pétrole et 3 p. 100 de dinitrocrésol, employée à 30 p. 1000.

Huiles d'anthracène :

Préparation 1, renfermant 70 p. 100 d'huile de goudron, employée à 70 p. 1000.

Préparation 2, contenant 70 p. 100 d'huile de goudron, employée à 70 p. 1000.

Préparation 3, contenant 70 p. 100 d'huile de goudron, employée à 70 p. 1000.

Huile d'anthracène jaune :

Préparation contenant 45 p. 100 d'huile d'anthracène et 15 p. 100 de dinitrophénol, employée à 30 p. 1000.

Huile de pétrole :

Emulsion contenant 83 p. 100 d'huile de pétrole, employée à 40 p. 1000.

2° Conditions des expériences

Pendant l'hiver 1951-1952, deux traitements ont eu lieu, comme nous l'avons déjà indiqué, le 7 janvier et le 29 février. Après chacun de ces deux traitements, les œufs traités par chaque produit ont été divisés en deux lots, l'un conservé dehors sous abri, l'autre conservé à l'extérieur, sans protection. Le 8 mars, tous les œufs ont été rentrés en vue des éclosions. La figure I indique les conditions atmosphériques (températures minima et maxima, pluviométrie) de la période d'hiver pendant laquelle les œufs sont restés dehors. Entre le premier traitement et le 8 mars, il est tombé une hauteur totale d'eau de 94 mm. Pendant la période qui se situe entre le deuxième traitement et la rentrée des œufs, il est tombé 11 mm d'eau.

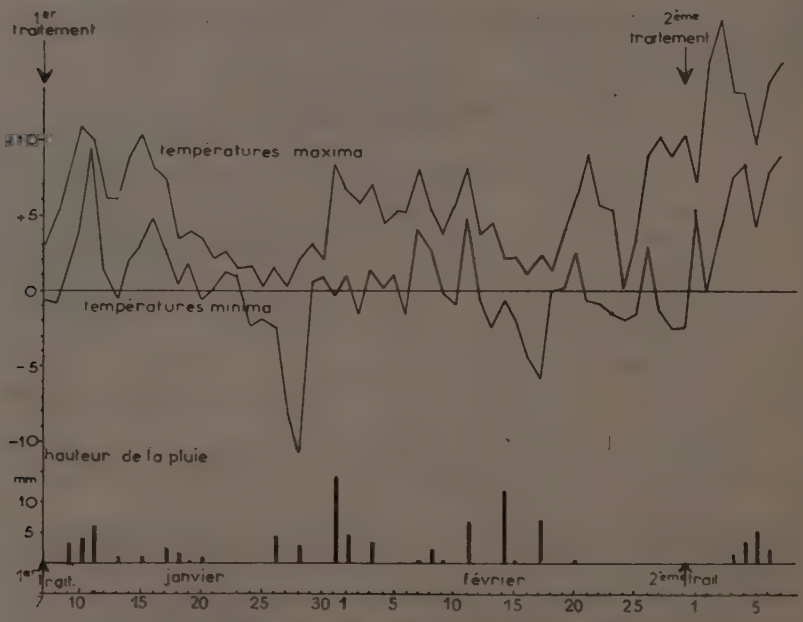


Fig. 1. — Conditions atmosphériques du 7 janvier au 8 mars 1952.

En 1953, deux traitements ont encore été réalisés : le 19 janvier et le 3 mars. Les œufs sont restés dehors sous abri jusqu'au 15 mars.

Dans ces expériences, les premières éclosions ont été observées environ vingt jours après le second traitement.

3° **Résultats sur œufs de Cheimatobie**

Efficacité des différents produits. Les efficacités des différents produits ont été calculées pour les œufs traités et conservés dans les diverses conditions décrites. Le tableau II résume les résultats obtenus.

TABLEAU II.

Efficacité de différents produits sur œufs de Cheimatobie.
(Méthode d'essais au verger).

Produits	Matière active par hl (en kg)	Œufs conservés à l'abri				Œufs restés dehors	
		Hiver 1951-1952		Hiver 1952-1953		Hiver 1951-1952	
		1er traitement	2e traitement	1er traitement	2e traitement	1er traitement	2e traitement
Témoin		6	6	2	3	8	9
D. N. C. 1., 4 p. mille	D. N. C. : 0,180	30	16	23	27	27	—
D. N. C. 2., 20 p. mille	D. N. C. : 0,600	—	—	87	96	—	—
Huile jaune 1., 30 p. mille	Huile : 2,250 D. N. C. : 0,075	84	99	—	—	89	99
Huile jaune 2., 30 p. mille	Huile : 2 D. N. C. : 0,090	56	99	—	—	69	99
Huile d'anthracène 1., 70 p. mille	Huile : 4,9	36	31	12	—	30	35
2., —	» 4,9	—	—	33	—	—	—
3., —	» 4,9	—	—	22	—	—	—
Huile d'anthracène jaune 30 p. mille	Huile : 1,350 D. N. C. : 0,450	—	—	64	—	—	—
Huile de pétrole, 40 p. mille	Huile : 3,320	—	98	41	96	—	92

L'examen de ce tableau amène quelques remarques :

1° Les deux produits à base de dinitrocrésol présentent des différences d'efficacités notables ; ils ont été employés à des doses très différentes, qui étaient d'ailleurs celles préconisées par les fabricants : 180 g de D. N. C. par hl pour le premier et 600 g pour le second. Par ailleurs, le premier avait un pH de 7,0 et le second un pH de 9,7. Il ne semble pas, contrairement à ce que nous avons vu sur les œufs d'*Ephestia* (13), que l'alcalinité de la préparation au D. N. C. ait été ici un facteur d'inactivation. Du moins, ce facteur n'a pas agi, en présence d'une grosse différence de concentration en matière active.

On ne retrouve pas, dans les conditions de ces essais, de sensibilité plus grande au dinitrocrésol pour les œufs arrivés à la fin de leur développement. Cette différence de sensibilité a été signalée par différents auteurs, soit pour des œufs de Cheimatobie dans des essais de laboratoire (4), soit pour des œufs d'aphides (10).

2° Les huiles jaunes employées sont efficaces. Elles renferment environ deux fois moins de dinitrocrésol que l'échantillon 1 (solution de dinitrocrésylate d'ammonium) non actif. On a déjà constaté que les suspensions huileuses de dinitrocrésol sont plus actives que les solutions aqueuses (8). Dans le cas de la deuxième préparation d'huile jaune, nous trouvons une différence significative de sensibilité des œufs, suivant qu'ils sont traités à des époques plus ou moins éloignées de leur éclosion.

3° Les traitements faits sous différentes conditions de conservation et de développement des œufs, avec un même produit à base d'huile d'anthracène, ou dans des conditions semblables avec trois produits de même nature, ont provoqué parmi les lots d'œufs traités, des mortalités qui, n'atteignent pas 40 p. 100 dans le cas le plus favorable. Contrairement à ce qui a été observé avec les œufs d'*Aphis pomi* par Van de Pol et Besemer (10), les huiles d'anthracène (tout au moins certaines préparations) sont insuffisamment efficaces contre les œufs de Cheimatobie, quelle que soit l'époque à laquelle on effectue le traitement. Ces résultats sont en accord avec la conclusion qu'il fallait 10 p. 100 d'huile pour assurer la mortalité totale de ces œufs, suivant les travaux de Speyer (9).

4° Les différents essais effectués sur des produits où la partie active se compose de phénols nitrés, seuls ou en mélange avec des huiles d'anthracène ou de pétrole, permettent une comparaison des efficacités pour différentes concentrations des phénols nitrés, conformément au tableau suivant.

Tableau III.

Efficacité des phénols nitrés entrant dans diverses préparations sur œufs de Cheimatobie.

Concentration en phénol nitré	Efficacité
Solution de dinitrocrésylate : 0,18 p. cent	16 à 30
Solution de dinitrocrésylate : 0,6 p. cent	87 à 96
Huile d'anthracène à D. N. P. : 0,45 p. cent	63
Huile jaune à D. N. C. : 0,09 p. cent	56 à 99
Huile jaune à D. N. C. : 0,075 p. cent	84 à 99

L'examen de ce tableau fait ressortir que l'efficacité de l'huile jaune d'anthracène, dont la concentration en dinitrophénol dans la bouillie se place entre les deux concentrations de dinitrocrésol des solutions étudiées, est intermédiaire entre celles de ces deux produits. L'activité de l'huile jaune d'anthracène paraît due en majeure partie à la présence du phénol

nitré. Cette constatation vient renforcer nos conclusions précédentes à propos de la faible efficacité d'échantillons d'huile d'anthracène sur les œufs de Cheimatobie.

5° Les traitements à l'huile blanche à 33 p. 1000 d'huile réelle, effectués tardivement, ont assuré dans les essais des deux années, une mortalité de 92 à 98 p. 100 des œufs de Cheimatobie. Cependant, un traitement plus précoce a donné des résultats inférieurs et très nettement insuffisants. Nous notons que, selon HOSKINS (7), les œufs d'Aphides sont résistants aux traitements aux huiles de pétrole ; observation à rapprocher du résultat du traitement précoce des œufs de Cheimatobie.

6° Pour chaque produit étudié en 1951-1952 en traitement précoce ou tardif et avec les deux modes de conservation des œufs, à l'abri de la pluie ou sans protection contre elle, les efficacités ont été les mêmes.

En général, le lessivage des rameaux par la pluie ne modifie pas l'efficacité des ovicides employés. Il semblerait préférable de laisser en plein air les rameaux porteurs d'œufs traités : on se place ainsi dans des conditions plus proches de celles de la pratique. Mais cette façon de faire les expose à des dangers tout à fait étrangers à l'expérience : dégâts d'oiseaux, de rongeurs, etc.

4° Résultats sur fausses pontes d'Hyponomeutes

Nous résumons ici les résultats d'un travail effectué par D. MARTOURET et l'un d'entre nous, et qui a fait l'objet d'une note (5). Le tableau IV montre les efficacités obtenues lorsque l'on traite des rameaux porteurs de fausses pontes d'Hyponomeutes en même temps que les rameaux porteurs d'œufs de Cheimatobie, comme nous l'avons indiqué plus haut.

TABLEAU IV.

Efficacité de différents produits sur chenilles hivernantes d'Hyponomeutes. (Méthode d'essais au verger, 1952).

Produits	Matière active par hl (en kg)	Œufs conservés à l'abri		Œufs restés dehors	
		1er traitement	2e traitement	1er traitement	2e traitement
Témoin		12	21	4	37
D. N. C. Préparation 1., 4 p. mille	D. N. C. : 0,180	100	100	99	100
Huile jaune 1., 30 p. mille	Huile : 2,250 D. N. C. : 0,075	100	100	100	100
Huile jaune 2., 30 p. mille	Huile : 2 D. N. C. : 0,090	97	98	94	100
Huile d'anthracène 1., 70 p. mille	Huile : 4,900	20	52	81	76
Huile de pétrole, 40 p. mille	Huile : 3,320	—	5	—	50

L'examen de ce tableau montre que :

a) Les chenilles d'Hyponomeutes protégées par leurs coques sont très sensibles à l'action des phénols nitrés, en solution huileuse ou aqueuse. La préparation 1, inefficace sur les œufs de Cheimatobie assure la mortalité totale des fausses pontes d'Hyponomeutes.

b) Elles sont peu affectées par l'huile d'anthracène et l'huile blanche employées.

c) Elles ont montré à peu près la même sensibilité aux bouillies que nous avons utilisées, en traitement précoce ou tardif.

d) Le lessivage des produits par les eaux de pluie n'a pas diminué l'efficacité des substances les plus actives.

IV. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Nous avons décrit une méthode simple qui permet de vérifier d'une façon assez rigoureuse l'efficacité pratique des produits employés en traitement d'hiver vis-à-vis des ravageurs visés par ces traitements.

En appliquant cette méthode, nous avons pu obtenir les résultats suivants :

1° Les phénols nitrés en solutions aqueuses sont très actifs sur les fausses pontes d'Hyponomeutes, mais peu sur les œufs de Cheimatobie. Il n'a pas été trouvé de différence d'action de ces produits, selon qu'on les emploie en traitement précoce ou en traitement tardif.

2° Les huiles jaunes sont plus efficaces que les solutions aqueuses des sels du dinitrocrésol. Employées en traitement tardif, ces préparations assurent pratiquement la mortalité totale des deux parasites étudiés. Elles ont été également signalées comme étant les produits les plus efficaces contre les formes hivernales de différentes cochenilles des arbres fruitiers (3, 11).

3° Les œufs de Cheimatobie, vers la fin de leur développement, sont sensibles à l'huile blanche. Les fausses pontes d'Hyponomeutes sont résistantes à l'action de ce produit.

4° Les échantillons d'huile d'anthracène essayés n'ont pas manifesté d'action suffisante, ni sur les œufs de Cheimatobie, ni sur les fausses pontes d'Hyponomeutes.

5° L'addition de dinitrophénol à l'huile d'anthracène lui confère une activité qui semble due en majeure partie à la présence du phénol nitré.

6° La pluie ne diminue pas l'action des différentes préparations efficaces employées.

Reçu pour publication le 16 septembre 1953.

BIBLIOGRAPHIE.

(1) Balachowski (A.) et Mesnil (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. *Traité d'Entomologie agricole*, **1**, p. 109, Paris, 1935.
(2) Borg (A.). — Ett winterbesprutningsförsök mot bludlusen och ett par andra skadeinsekter. *Vaxtskyddsnotiser*, N° 1, 4-6, Stockholm, 1949.
(3) Chaboussou (F.) et Ramadier (P.). Sur l'efficacité comparée de différents types d'huile employés en traitement d'hiver contre la cochenille rouge du poirier. *III^e congrès international de Phytopharmacie*, Paris, 1952.
(4) Chancogne (M^lle M.), Gaumont (R.) et Grison (P.). — Différences de sensibilité de divers stades embryonnaires de la Cheimatobie (*Operophtera brumata L.* Lépidoptère géométridé) à l'action du dinitrocrésylate de sodium. *Extrait des Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, **228**, 776-777, 1949.
(5) Chancogne (Mlle M.) et Martouret (D.). — Essais de traitements d'hiver sur l'Hyponomeute du pommier. *Société de Phytiatrie et de Phytopharmacie*. Pour paraitre.
(6) Chancogne (Mlle M.) et Viel (G.). — Action ovilarvicide de l'hexachlorocyclohexane par voie gazeuse. *III^e Congrès International de Phytopharmacie*, Paris, septembre 1952.
(7) Hoskins (W. M.). — Insect physiology and toxicology, *Review Hilgardia*, **13**, 307-386, 1940.
(8) Hough (W. S.). — Dinitrocrésol, dinitro-o. cyclohexylphenol and lauryl rhodanate in dormant sprays against eggs of apple Aphids. *J. Econ. Entom.*, **32**, 2, 1939.
(9) Speyer (W.). — Obstbaumkarbolineum als Schädlingsbekämpfungsmittel, *Zeit. für angewandte Entomologie*, **20**, 565-590, 1933.
(10) Van de Pol (P. H.) et Besemer (A. F. H.). — *Tydschr.*, **52**, 1-17, 1946.
(11) Vasseur (R.), Schvester (D.) et Bianchi (H.). — Sur l'effet aphicide de certains traitements contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst). *Annales des Epiphyties*, n° 3, 1952.
(12) Viel (G.). — Etude sur la valeur insecticide de produits divers dans la lutte contre le Pou de San José ; *Annales des Epiphyties.*, **12**, 401-413, 1946.
(13) Viel (G.) et Chancogne (M^lle M.). — Etude des actions ovicides.I. Techniques d'essais. *Annales des Epiphyties*. Nelle série, **1**, 293-306, 1950. II. Toxicité des dinitrophénolates. *Annales des Epiphyties*. Nelle série, **2**, 450-455, 1951.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE BIOLOGIQUE DE LA TEIGNE DES FARINES

COMPORTEMENT DE PONTE ET COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES CHENILLES

PAR

Mustapha OZER

Docteur de l'Université de Paris.

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

I. — Nature des dégâts — Répartition géographique.

II. — Quelques particularités morphologiques et anatomiques de l'insecte (Dimorphisme sexuel — Organes reproducteurs).

III. — Durée de vie des insectes parfaits.

IV. — Remarques sur l'accouplement.

V. — La ponte.

VI. — Remarques sur l'œuf et l'éclosion.

VII. — Croissance larvaire.

VIII. — Comportement alimentaire de la larve.

Conclusions.

INTRODUCTION

La Teigne des farines (*Ephestia kuhniella* ZELL.), Lépidoptère, *Pyralidae*, offre un excellent matériel de laboratoire pour conduire de nombreuses recherches, en particulier dans le domaine de la Biologie.

Sous la direction de M. PESSON, après avoir apporté diverses précisions nouvelles sur l'*imago* (longévité, accouplement) et sur la ponte, nous nous sommes attachés surtout à examiner certains détails peu connus du comportement larvaire. Ces dernières études se rattachant à des travaux de biologie expérimentale, visaient principalement à préciser dans quelle mesure la nature de l'alimentation prise par des

chenilles et maintenue pendant un nombre plus ou moins élevé de générations, pouvait retentir sur les caractères évolutifs des larves et surtout sur la descendance des groupes d'individus ayant suivi soit un régime alimentaire déterminé, soit un élevage dans certaines conditions de température (1).

I. — NATURE DES DÉGATS — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Ephestia kuhniella ZELLER, est certainement la plus nocive et la plus répandue des petites Teignes qui s'attaquent aux divers produits alimentaires stockés et aux céréales. Bien qu'*Ephestia kuhniella* soit essentiellement un parasite des farines, cet insecte a été signalé comme pouvant pulluler dans bien des denrées. Il peut notamment s'attaquer aux farines ou aux grains de la plupart des céréales (blé, maïs, seigle, orge, avoine, sarazin, riz), mais aussi aux grains et farine de lin, de soja (LANDOIS 1886), aux graines de coton (NERVELL et SMITH 1905), aux grains de chanvre, de sesame, à la farine de marrons (CANDURA 1928). On l'a en outre signalé s'attaquant aux légumes secs, haricots, pois (LYNE 1918), voire aux pommes de terre (DIEUZEIDE 1925), aux champignons secs (POGENSTEDEN 1885), aux amandes, aux noisettes (MILLER et RUTZ 1927), aux glands (SEIDEL 1930), aux noix, aux marrons, aux cacahuètes (LYNE 1918) au chocolat, au cacao, aux biscuits (2).

Il faut remarquer que la nature et même la qualité des produits emmagasinés influent considérablement sur la multiplication d'*Ephestia kuhniella* et sur l'extension de l'invasion. Il y a beaucoup moins d'invasion d'*Ephestia kuhniella* dans les magasins de grains, toutefois il s'en produit de temps en temps et les pertes peuvent devenir parfois très fortes.

DESCOURTY (1836) signale que du seigle fortement infesté par *Ephestia* ayant été donné comme nourriture à des porcs, la plupart des animaux périrent.

On ne sait pas encore exactement d'où cette espèce est originaire. Différentes théories opposent les auteurs américains aux auteurs européens.

(1) Il m'est particulièrement agréable de présenter ici l'expression de ma gratitude et de ma reconnaissance bien sincères à M. le Professeur PESSON de l'Institut National Agronomique qui m'a si obligeamment accueilli dans son laboratoire puis m'a guidé pour le travail et l'interprétation des résultats.

Je voudrais également présenter un respectueux souvenir à M M. les Professeurs TESSIER, EPHRUSSI et Mlle COUSIN devant lesquels j'ai présenté ma thèse.

Enfin, je dois ajouter de vifs remerciements à l'égard des personnes qui, par leurs conseils ou les concours apportés, ont grandement facilité ma tâche ; ils s'adressent en particulier à M M. SELLIER, ALLEGRET, GAUMONT, d'AGUILAR et à Mlle ROZET du Laboratoire de M. PESSON.

Je présente ma gratitude aux dirigeants de l'Institut National de la Recherche Agronomique, cet Institut ayant facilité les travaux pendant mon stage et ayant accepté le présent mémoire dans ses publications.

(2) Certains auteurs ont avancé que *E. kuhniella* peut vivre dans les nids de Bourdons et les colonies d'abeilles, envisageant même que c'était là le régime primitif de cet insecte. C'est assurément une erreur par confusion avec la Teigne des Ruches.

La plupart de ces derniers prétendent que l'*Ephestia kuhniella* provient des Etats-Unis tandis que les premiers répliquent que l'origine en est méditerranéenne, désignant d'ailleurs cet insecte sous le nom de « Mediterranean flour Moth ».

Cette opposition de vue peut s'expliquer par un bref rappel historique de la question.

ZELLER (1877) décrivant pour la première fois ce papillon d'après des échantillons provenant de farines d'origine américaine, en conclut trop hâtivement que l'insecte avait été importé des Etats-Unis.

Cette opinion a été à nouveau soutenue par divers entomologistes français qui signalaient des invasions de la Teigne des farines dans diverses régions de France à partir de 1883, ainsi que par des entomologistes belges. Cependant E. DESCOURTY signale de fortes invasions d'*Ephestia* dans les moulins de Constantinople, sur des blés provenant des bords de la Mer noire, et COCKERELL (1887) rapporte de même que ce parasite est fréquent dans les minoteries à Trieste. C'est alors que KLEIN (1887) et M. E. A. ORMEROD (1889-90-91) affirment que l'insecte est d'origine méditerranéenne ou d'Asie, plutôt qu'américaine. On fait alors remarquer qu'*Ephestia* était connu des meuniers français bien avant qu'il fût identifié par les entomologistes, et que ses invasions ont été d'abord signalées dans l'intérieur du pays. Les pullulations dans les ports (Havre, Dunkerque, Bordeaux) sont plus tardives et celles-ci pourraient être le fait d'importations de ce parasite avec des farines venant des U. S. A. où l'insecte devait exister également depuis fort longtemps, car des échantillons de collections provenant du Mexique, du Chili, de la Caroline du Nord, portent la date de 1880. FROGGATT (1886) le signale en Australie, et L. HOWARD (1909) décrit l'invasion progressive des Etats-Unis par ce parasite de 1886 à 1904. RICHARDSON (1926) précise qu'*Ephestia kuhniella* est cosmopolite. Il est vraisemblable que cette dispersion mondiale est très ancienne et bien antérieure aux premières observations des entomologistes, l'insecte étant connu d'Amérique centrale et des moulins de San Francisco avant que les entomologistes s'y intéressent (JOHNSON 1886, DURRANT et BEVERIDGE 1918).

LEBEDEV (1930), LEBEDEV et KLEMM (1930) émettent l'hypothèse qu'*Ephestia kuhniella* a eu comme centre primitif de dispersion les pays d'Asie mineure. C'est là en effet que la culture du blé fut développée pour la première fois par les Sumériens (il y a 8000 ans). De là, l'insecte aurait envahi les pays méditerranéens, l'Europe centrale, puis il aurait été exporté aux Amériques, et finalement dans le monde entier.

On peut trouver une confirmation de cette hypothèse dans l'étude de la répartition géographique des différentes espèces du genre *Ephestia*. On a décrit à ce jour 60 espèces (ROMANOFF (1901), RICHARDS O. W. et THOMSON W. S. (1932). Or c'est l'Asie Mineure et notamment la Turquie

qui en a le plus grand nombre avec 18 espèces : *E. kuhniella* Zell., *E. cautella* Wlk., *E. calidella* Gn., *E. figulillella* Gregs., *E. affatella* Mn., *E. colorella* Dyav., *E. ellutella* Mill., *E. vapidella* Mm., *E. infumatella* Rag., *E. interfusella* Rag., *E. unicolorella* Stgr., *E. basillella* Rag., *E. zosteriella* Rag., *E. inductella* Rag., *E. disparella* Rag., *E. reductella* Mm., *E. velseriella* Zell., *E. tephrinella* Led.

Parmi ces espèces quatre sont aujourd'hui tout à fait cosmopolites et très communes : *E. kuhniella, E. elutella, E. figulilella, E. cautella.*

La présence du plus grand nombre d'espèces dans les pays méditerranéens et notamment en Turquie, semble bien indiquer que ce pays est le centre de dispersion ; plusieurs espèces ont pu se différencier là, et se propager à partir de ces régions.

II. — QUELQUES PARTICULARITÉS MORPHOLOGIQUES ET ANATOMIQUES DE L'INSECTE

(Dimorphisme sexuel — Organes reproducteurs)

Nous envisagerons seulement l'étude du dimorphisme sexuel et des organes reproducteurs, points particuliers ayant des rapports avec l'étude biologique que nous entreprenons plus loin.

Dimorphisme sexuel

Le dimorphisme sexuel des images d'*Ephestia kuhnialla* peut se reconnaître aisément à l'aspect de l'extrémité abdominale et bien entendu par l'étude des pièces génitales. L'abdomen des femelles est en général plus conique à son extrémité que celui des mâles qui, par ailleurs moins gonflé, a un aspect cylindrique. L'ovipositeur des femelles se voit fréquemment turgescent et extensible ; il peut alors atteindre 4 fois la longueur du 3^{e} sternite, sous la forme d'un tube conique très grêle et très mobile, à l'extrémité spatulée.

Les pièces génitales externes des mâles ou *genitalia* ont une structure typique. On observe aisément les 2 valves (Vvg, Vvd, fig. 1, B, C) qui seraient homologues aux paramères des autres insectes (J. Bourgogne 1951). Celles-ci régulièrement arrondies à l'extrémité et creusées en cuiller à leur face interne, présentent sur leur bord dorsal un processus chitineux ou *costa* (C, fig. 1, B, C). Dorsalement aux deux valves et rejoignant leur base supérieure, se place l'*uncus* (Un, fig. 1, B, C) sorte de palette élargie à sa base et rétrécie à son extrémité. Selon les auteurs, l'*uncus* représente un sclérite dorsal du 10^{e} segment abdominal. L'anus s'ouvre immédiatement sous l'*uncus*. Dans l'atrium génital délimité

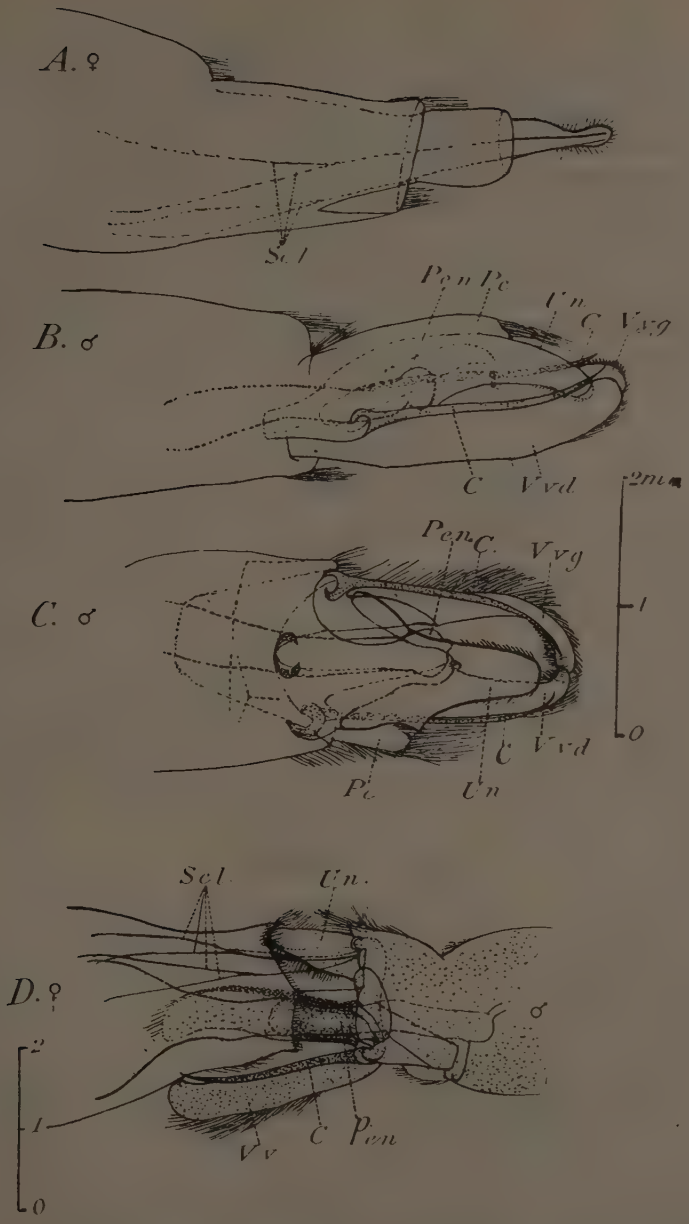


FIG. 1. — A, ovipositeur *d'Ephestia kuhniella*, vu de profil. Scl, tendons chitineux. B, C, armature génitale du mâle, vue de profil et dorsalement. c, costa ; Pen, pénis ; Pc, palette ciliée impaire ; Vvg, Vvd, valves gauche et droite ; Un, uncus. D, organes copulateurs du mâle en position d'accouplement.

par les valves latéro-ventrales et l'*uncus* dorsal, on observe le pénis (Pen, fig. 1) inséré au-dessous de l'orifice anal. La partie externe du penis ou *vesica* est généralement glandiforme à son extrémité. Divers sclérites annexes ont été décrits par les auteurs, correspondant soit à des parties sclérifiées de la membrane intersegmentaire des 9e et 10e segments (*fulturae*) soit à une sclérification sous-anale du bord ventral du 10e segment (*subscaphium* et *gnathos*).

Il est encore possible de reconnaître le dimorphisme sexuel sur les chenilles et sur les chrysalides. Chez les chenilles mâles les testicules apparaissent par transparence à travers le tégument sous l'aspect d'une tache brunâtre au niveau du 5e segment abdominal. Les chenilles femelles ne présentent pas ce caractère (Poulton E. B., 1888). Le dimorphisme sexuel des chrysalides se reconnaît à des différences des derniers segments abdominaux. L'orifice anal est alors représenté par une fente à l'apex du 10e segment, et l'orifice génital forme de même une dépression longitudinale sur le 9e urite. On remarque alors que chez les femelles la fente génitale s'étend sur le 8e et 9e urite, tandis que chez les mâles, elle est localisée sur le 9e. C'est que l'appareil génital d'*Ephestia* comme nous le verrons plus loin (cf. anatomie) est du type *ditrysien* comportant un orifice de ponte sur le 9e sternite, indépendant de l'orifice copulateur porté par le 8e sternite.

Notons que les caractères structuraux des organes copulateurs mâles et de l'ovipositeur femelle, ont été utilisés pour la reconnaissance des principales espèces d'*Ephestia*. Pour les chenilles, l'identification spécifique repose sur des caractères de la chétotaxie (d'après H. E. Hinton, 1942).

Organes reproducteurs

1. *Mâle.* — Alors que les testicules sont encore pairs et indépendants chez la larve de l'avant-dernier stade, ils se fusionnent en un organe unique au cours de la fin de la vie larvaire et pendant la nymphose. Chez l'imago, la gonade a donc une forme arrondie, d'un millimètre environ, pressée contre la paroi dorsale de l'abdomen entre les 3e et 4e segments. D'une coloration générale rosée on peut voir par transparence huit follicules testiculaires disposés en spirale (T, fig. 2). Chez les mâles âgés le testicule se réduit à un corpuscule triangulaire placé plus en arrière dans l'abdomen.

Les canaux déférents se détachent isolément de la gonade mais très près l'un de l'autre. Ils sont d'abord relativement larges, à parois épaisses, puis ils se dilatent l'un et l'autre en une ampoule dont la paroi intérieure est très plissée. Ce sont les vésicules séminales, généralement remplies de spermatozoïdes. Au-delà de ces vésicules les canaux défé-

rents deviennent très étroits et s'ouvrent dans deux tubes symétriques plus gros, se réunissant ensuite en un canal éjaculateur impair. Ces deux tubes confluents, bien qu'ils semblent correspondre à la partie terminale des canaux déférents, sont disposés dans le prolongement même de deux longues glandes accessoires qui s'accolent étroitement dans leurs régions moyenne et distale, de sorte que les canaux déférents issus des vésicules séminales semblent s'ouvrir dans ces glandes. Celles-ci sont remplies d'une sécrétion visqueuse, en forme de bâtonnets dans leur partie terminale, transparente et homogène dans la région moyenne. Cette sécrétion doit s'accumuler dans la partie des canaux déférents précédant leur jonction avec le canal éjaculateur, car sur divers individus, on observe à ce niveau une dilatation très nette.

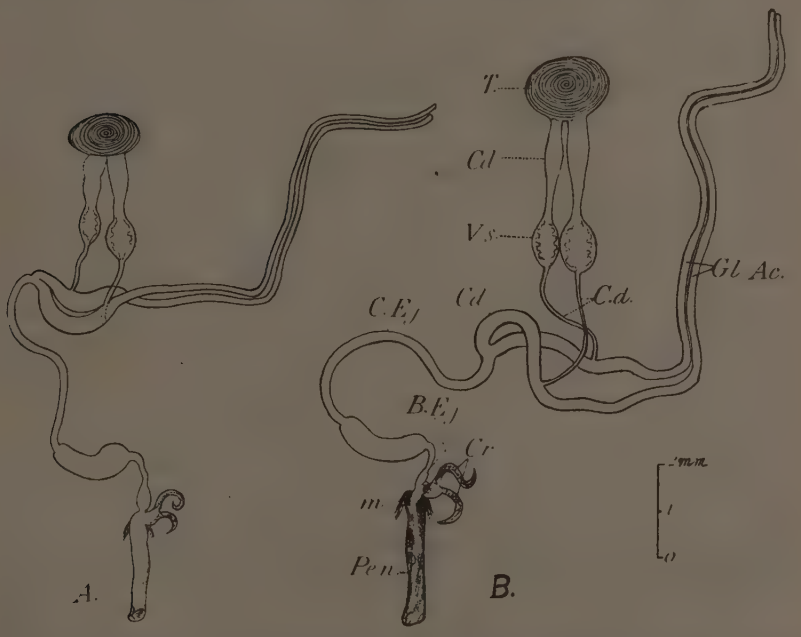


FIG. 2. — A et B, organes reproducteurs du mâle d'*Ephestia kuhniella*. Bej, bulbe éjaculateur; Cej, canal éjaculateur; Cd, canaux déférents; Cr, crochets; GlAc, glandes accessoires; m, muscles du pénis; Pen, pénis; T, testicules fusionnés; Vs, vésicules séminales.

Le canal éjaculateur d'abord cylindrique et régulier, se renfle plus loin en un boyau dilaté, se rétrécit enfin à nouveau en un court bulbe (bulbe éjaculateur) avant de s'ouvrir dans le pénis. A ce niveau, on observe deux crochets à base commune, s'insérant sur la base du pénis. Leur rôle est incertain (fig. 2).

2. *Femelle.* — L'appareil génital femelle d'*Ephestia* est du type

ditrysien, c'est-à-dire que l'orifice de ponte et l'orifice copulateur s'ouvrent indépendamment, cependant que le canal de ponte et le canal copulateur communiquent entre eux par un conduit : le canal séminal (fig. 3).

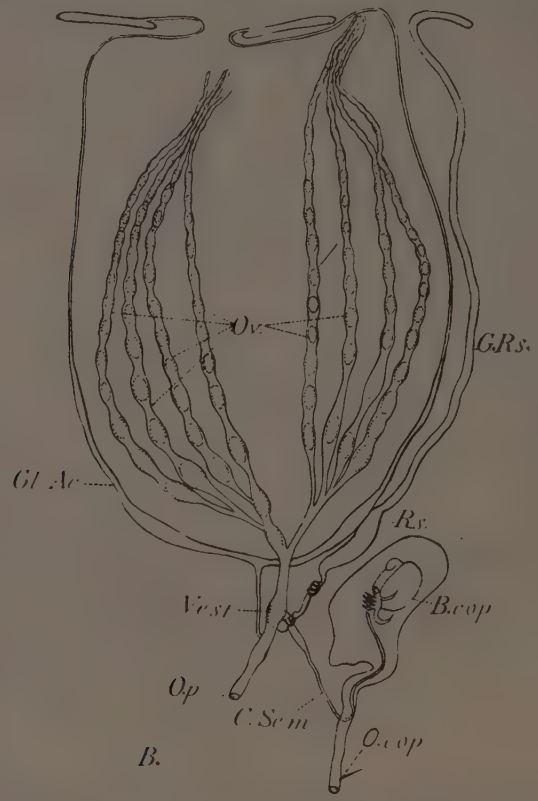


Fig. 3. — Organes reproducteurs de la femelle d'*Ephestia kuhniella*. Bcop, bourse copulatrice ; C sem, canal séminal ; GL Ac, glandes accessoires ; GRs, glande du réceptacle séminal ; Rs, réceptacle séminal ; Op, orifice de ponte ; Ov, ovaires ; O cop, orifice copulateur ; Vest. *vestibulum*.

L'orifice de ponte s'ouvre, juste sous l'anus, tandis que l'orifice copulateur se situe ventralement, dans la membrane du 8e sternite.

De l'orifice de ponte part un oviducte impair qui s'élargit en ampoule ou *vestibulum* au niveau où il reçoit le canal séminal. Au niveau du 7e segment, l'oviducte se subdivise en deux oviductes symétriques relativement courts sur lesquels s'insèrent de part et d'autre 4 ovarioles. Ces ovarioles peuvent être plus ou moins développés selon l'âge du papillon. Chaque ovariole est du type méroïstique polytrophe, chaque ovocyte étant associé à plusieurs cellules nourricières. Les extrémités apicales des ovarioles se rapprochent et s'accolent entre elles.

A l'organe reproducteur femelle sont associées deux glandes accessoires, ou glandes collétériques, très longues et tubuleuses, dilatées à leur extrémité en sorte de vésicules. Ces vésicules contiennent une sécrétion granuleuse brun sombre, cependant que dans la partie tubulaire, cette sécrétion paraît plus fluide et vire plus ou moins au rouge. Les deux glandes, dont le conduit est localement dilaté vers l'aval en une sorte de réservoir, fusionnent peu après en un conduit commun qui s'ouvre dans le *vestibulum* de l'oviducte impair.

A ce même niveau ou parfois un peu au-dessus, s'ouvre le canal du réceptacle séminal, offrant sur son trajet des spires très serrées caractéristiques. Le réceptacle séminal lui-même est représenté par une sorte de vésicule allongée (Rs, fig. 3) prolongée par une longue glande tubulaire (GRs, fig. 3).

Enfin c'est également au niveau du *vestibulum* que s'ouvre le canal séminal qui relie l'appareil de ponte et l'appareil dépendant de l'orifice copulateur. L'appareil copulateur femelle comprend essentiellement une bourse copulatrice (B. cop. fig. 3) reliée à l'orifice d'accouplement par un canal assez large. Le canal séminal bien que semblant relier ce canal copulateur, remonte en fait s'ouvrir dans la cavité même de la bourse copulatrice. L'intima chitineuse de cette *Bursa copulatrix* est localement épaissie et sclérifiée pour former des dents, les *laminae dentata*, représentée chez *E. kuhniella* par 4 à 5 dents chitineuses d'aspect triangulaire. Ces dents dont le nombre et la forme sont réputés caractéristiques de chaque espèce, présentent donc ici une certaine variation au moins de nombre.

Dans la bourse copulatrice on observe toujours chez les femelles fécondées, un spermatophore de forme caractéristique, portant notamment deux protubérances cornues, correspondant par leur forme et dimensions aux saccules en crochets du canal éjaculateur du mâle. Le spermatophore en effet prend naissance dans les voies génitales mâles. Après avoir été injecté dans la bourse copulatrice, il se vide de ses spermatozoïdes qui, par le canal séminal, gagnent le réceptacle séminal. La fécondation des œufs s'opère au moment de la ponte, au niveau du *vestibulum*.

III. — DURÉE DE VIE DES INSECTES PARFAITS

Certains auteurs indiquent que la durée de la vie des imagos de la Teigne de la farine dépendait de l'absorption de l'eau et de miel ; par contre Norris (1944) nie ce besoin d'alimentation.

Toujours est-il que la durée de la vie des papillons adultes est très variable selon les auteurs.

Les principales indications qu'ils donnent se résument ainsi :

Auteurs	Durée moyenne vie imago	Conditions milieu	Remarque
Richardson (1926)	♂ 9 j 1/2 ♀ 8 j	conditions laboratoire	
Brindley (1930)	♂ 7 j ♀ 6 j	T = 30° C H = 73 %	
Burkhardt (1932)	♂ 8 à 14 j ♀ max. 10 j		
Norris (1933)	♂ 7 à 8 j ♀ 6 à 7 j	T = 30° C	
Raichoudhury et Jacobs (1937)	♂ 7 à 8 j ♀ 6 à 7 j	T = 30° C	Vie plus longue à 23° C
Kunike (1939)	♂ 8 à 13 j ♀ 11 à 14 j	Température de la pièce	sans copulation

L'âge qu'atteint l'imago varie selon la température, l'humidité, l'accouplement répété, la mobilité. Nous avons trouvé qu'un mâle qui s'accouple deux ou trois fois ou plus, meurt plus tôt qu'un mâle resté vierge. Les femelles vierges au contraire meurent plus tard ; ainsi sur 20 femelles restées vierges isolées aussitôt après leur éclosion, la durée de vie fut de 8 à 25 jours, soit une moyenne de 14 jours.

En conclusion, on peut retenir que l'adulte vit ordinairement sous nos climats une à deux semaines, mais aussi plus d'un mois dans certaines circonstances. La chute des écailles annonce la vieillesse du papillon.

IV. — REMARQUES SUR L'ACCOUPLEMENT.

L'accouplement se produit le plus souvent le soir, une heure environ après que l'imago est sorti du cocon.

Selon Quast (1921) un mâle en présence d'une femelle vierge prête à copuler, la reconnaît à l'odeur. Il devient excité et la poursuit, les antennes étant recourbées sous les ailes. Il dirige alors l'extrémité de son abdomen vers celui de la femelle qu'il saisit avec les pinces tout en se déplaçant à reculons. Alors, la femelle colle les ailes contre son corps et le mâle pose les siennes par dessus.

L'*uncus* couvre la pointe de l'abdomen de la femelle pendant la copulation, les valves du mâle enserrant les parois latérales du 7e segment abdominal de la femelle, tandis que l'*uncus* pousse sous les parties pendantes de ce segment et se presse étroitement contre le 8e tergite. L'ovipositeur est complètement rétracté dans le 8e segment, cependant que l'*aedeagus* est légèrement projeté dans le goulot de la bourse copulatrice (fig. 1, D).

Le corps érectile emplit la cavité du *ductus bursae* et en touche le revêtement chitineux. Le conduit du pénis est si fortement introduit dans le *ductus bursae* que si on veut l'en retirer, on déchire ce dernier. Ensuite la sécrétion des glandes accessoires testiculaires se répand dans la bourse copulatrice.

L'accouplement terminé, le mâle reste près de la femelle ; leurs abdomens se touchant de telle sorte qu'ils semblent être encore dans l'état précédent.

La durée de l'accouplement est variable. Les papillons s'accouplent le soir et la nuit de préférence.

KORNER (1910) indique que l'union peut durer de deux à trois jours et BURKHARDT (1920) deux jours.

D'après DEL CANIZO (1943), au contraire, l'accouplement dure de 6 à 12 heures avec un maximum de 24 heures ; KUNIKE (1939) cite de 3 à 24 heures et BRINDLEY (1930) 4 à 6 heures.

D'après nos observations, la copulation demande en moyenne 5 ou 6 h. En effet, 50 couples que j'avais déposés le soir dans des bocaux étaient séparés lorsque je les observais le matin suivant. Sur 10 autres couples que j'ai observés de 10 heures du matin à 3 heures de l'après-midi, 3 copulations durèrent 4 heures, 4 demandèrent 6 à 8 heures.

Les mâles comme les femelles peuvent s'accoupler plusieurs fois de suite, soit avec le même conjoint, soit avec un autre. Normalement il semble y avoir deux accouplements successifs, parfois 3.

V. — LA PONTE

Généralement la ponte débute quelques heures après l'accouplement, parfois immédiatement après celui-ci, rarement le jour suivant. La femelle commence à pondre au crépuscule.

La femelle pond ses œufs soit dans la nourriture (farine), soit sur les supports les plus variés, tels les sacs et autres objets, ou dans les fentes des supports rugueux.

Nos observations sur des femelles fécondées, isolées en boîte de Pétri, nous ont montré que celles-ci déposent le plus souvent leurs œufs isolément, rarement en amas.

Selon les auteurs, le nombre d'œufs déposés est variable et en dépendance de la température, de la nourriture, des imagos, du nombre des accouplements. Les indications principales sont les suivantes :

Auteurs	Nombre d'œufs pondus	Remarques
JOURDAIS-KARSCH (1885) et HOLLRUNG (1900)	678	
KOERNER (1910)	50 à 300	
FRIECKHINGERS (1917)	124 à 322	Selon Dieuzeide (1926), des femelles non fecondées peuvent pondre de 0 à 380 œufs.
BURCKHARDT (1919)	320 (moy. 100 à 130)	
DIEUZEIDE (1926)	74 à 170	
VOUKASSOVITCH (1929)	12 à 336 (moy. 171)	
DEL CANIZO (1943)	200 à 300 (pend. 4 à 7 j.)	

Dans nos travaux avec femelles isolées en boîte de Pétri, nous avons relevé une grande variabilité. Pour 40 couples observés, nous trouvions le nombre des œufs pondus variant entre 14 et 420.

Avec des femelles vierges, une donne exceptionnellement 380 œufs, quelques-unes 100 œufs ; 50 p. 100 pondent au maximum 50 œufs, quelques autres, assez rares (10 p. 100), ne pondirent pas.

Le rythme de ponte est surtout rapide au premier jour puis il décroît régulièrement. Nous avons observé une femelle qui a pondu 45 œufs en un quart d'heure. Le tableau ci-dessous indique le nombre d'œufs pondus journellement, d'après des moyennes portant sur 40 couples isolés en boîte de Pétri.

	1er j.	2e j.	3e j.	4e j.	5e j.	6e j.	7e j.	8e j.
Nombre œufs pondus :	57	41	20	13	5	1	2	1

Les grandes variabilités, citées par les auteurs, du nombre d'œufs pondus dans des conditions insuffisamment précisées, nous ont conduit à analyser quelques facteurs qui peuvent influencer cette variation dans la ponte.

Parmi ces facteurs, nous avons étudié notamment les influences de la lumière ou de l'obscurité, du substrat, de la température.

a) **Influence de la lumière.** — Pour son étude, nous avons isolé des couples d'*Ephestia* dans des tubes de verre recouverts à moitié par un manchon de papier noir opaque. Ces tubes, longs de 18 cm et d'un diamètre de 1,6 cm étaient gardés dans une étuve (28 ou 32° selon les expériences) et soumis à un éclairage continu.

De plus, on plaçait dans chaque tube un long morceau de papier filtre plissé sur lequel les papillons pouvaient aisément se fixer. L'obturation du tube se faisait à l'aide d'un autre tube emboîtant le premier.

Dans ces conditions pour une série de 24 expériences portant sur 117 femelles fécondées, nous avons dénombré 1218 œufs pondus à l'obscurité et seulement 297 œufs pondus à la lumière.

Le nombre d'œufs pondus par femelle est cependant inférieur à ce qu'il est normalement en présence de farine. Le substrat du papier filtre ne réalise sans doute pas les conditions optima. Il suffit cependant à mettre tre en évidence la préférence de la femelle pour l'obscurité au moment de sa ponte.

b) **Influence du substrat.** — On sait qu'*Ephestia kuhniella* est essentiellement un parasite des farines. Il peut s'attaquer également aux grains notamment au maïs en épis. Nous avons essayé de préciser le *preferendum* de ponte des femelles d'*Ephestia* à l'égard des diverses farines ou de diverses céréales.

Dans ce but nous avons utilisé les papillons venant de trois souches différentes : une souche élevée sur épis de maïs à la température de la

pièce (élevage du stock à 18-20°) ; deux souches élevées à l'étuve à 28°, l'une sur farine de maïs, l'autre sur farine de blé. Une expérience très simple consistait à offrir à des femelles fécondées (en fait à des couples) placées dans un bocal, un double milieu de ponte. Le fond du bocal était subdivisé par une feuille de carton de 2 cm. de hauteur, et chaque moitié était remplie, jusqu'à hauteur du septum, d'un côté de farine de maïs, de l'autre de farine de blé, ou bien, farine de seigle-farine de maïs, ou encore grains de maïs-farine de maïs, grains de maïs-farine de blé. Une expérience analogue, d'un autre type, consistait à grouper dans un même cristallisoir de 30 cm de diamètre, 4 petits cristallisoirs remplis jusqu'au bord, le premier de farine de blé, le second de farine de maïs, le 3e de grains de maïs, le quatrième de grains de blé. Les papillons étaient alors introduits dons le grand cristallisoir.

Il convient de noter que dans ces expériences il est difficile de rechercher et dénombrer les œufs dans la farine ou les grains. Faute de mieux, nous avons isolé les divers milieux en vue de pouvoir dénombrer par la suite le nombre de larves, de chrysalides ou de papillons issus de chacun d'eux. Les résultats indiquent alors l'abondance des pontes et les coefficients de survie des chenilles selon les substrats. Dans le premier type d'expérience, on isole définitivement et complètement après la ponte, les deux moitiés du bocal (partie farine de maïs — partie farine de blé par exemple) par un papier collé aux côtés internes du récipient et au septum subdivisant le fond. Quelques rares migrations de chenilles peuvent alors s'observer notamment à l'approche de la nymphose, passant dans une fissure du papier ou rongeant même celui-ci, mais ces quelques cas ne faussent pas l'ensemble des résultats. Nos relevés sont groupés dans le tableau I.

Tableau I

Distribution des chenilles dans des expériences sur le rôle des substrats de ponte.

Remarque : Expériences I à V réalisées avec des ♀ issues d'un élevage sur farine de maïs ; expérience VI avec des ♀ issues d'un élevage sur farine de blé.

	Farine de maïs.	Farine de blé.	Farine de seigle.	Grains de maïs.	Grains de blé.
	—	—	—	—	—
Expérience I					
Farine maïs + grains maïs..	556			2	
Expérience II					
Farine maïs + grains blé ...	412				0
Expérience III					
Farine de blé + grains maïs..		257		4	
Expérience IV					
Farine maïs + farine seigle..	361		45		
Expérience V					
Farine de blé + farine maïs..	716	98			
Expérience VI					
Farine de blé + farine maïs..	47	268			

Nous constatons d'abord que la farine de maïs, de blé ou de seigle est toujours préférée aux grains de maïs. Les grains de blé demeurent inattaqués, ce qui ne prouve cependant pas qu'ils n'aient pas reçu de ponte, car j'ai observé que les chenilles néonates ne peuvent entamer un grain de blé intact, ce qu'avaient d'ailleurs signalé FRAENKEL et BLEWETT (1932).

Ces résultats expliquent en partie pourquoi *Ephestia* est avant tout un parasite des farines plutôt que des grains. Le substrat pulvérulent attire de façon préférentielle les femelles pour la ponte. Rappelons d'ailleurs qu'ULLIET (1945) a montré que la simple poudre de craie est acceptée par les femelles pour y déposer leurs œufs, l'expérience indiquant que le nombre d'œufs pondus dans la craie est à peu près égal à celui des œufs dénombrés dans la farine, dans les mêmes conditions expérimentales.

Cependant, les expériences V et VI nous ont montré une particularité digne de remarque : avec des papillons issus d'un élevage sur farine ou épis de maïs, les contaminations sont beaucoup plus grandes dans la même farine, alors que les papillons venant d'un élevage sur farine de blé donnent le résultat inverse.

La préférence entre les farines de maïs et de blé apparaît donc largement influencée par l'origine de la souche de papillons mis en expérience. Nous reviendrons sur ce point nouveau dans l'étude du comportement larvaire.

c) **Influence de la température.** — En vue d'apporter de nouveaux détails sur ce sujet, nous avons réalisé un dispositif expérimental permettant de soumettre des femelles en période de ponte à un choix entre des températures s'échelonnant de 15° à 40°.

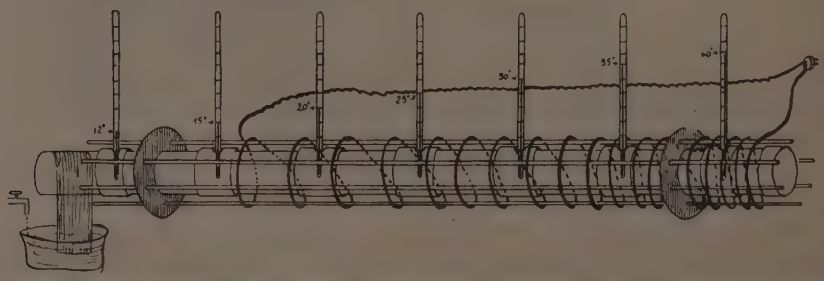


FIG. 4 — Appareil utilisé pour l'étude du *preferendum* thermique d'*Ephestia* (comportement de ponte).

L'appareil (fig. 4) consiste en un tube de verre long de 120 cm, de 2,5 cm de diamètre, fragmenté en segments de 15 cm, ceux-ci réunis entre eux par des manchons de rhodoïd jouant le rôle de douilles d'ajus-

tement. Chacune de ces douilles d'assemblage était perforée d'un trou permettant d'introduire un thermomètre dans le tube (fig. 3). L'ensemble du tube était alors entouré d'une spire chauffante. La répartition des spires, plus ou moins dense, selon les segments du tube, permettait d'obtenir une gamme de températures dans le tube, allant de 20° à 40°. Afin d'éviter un échauffement direct du tube en contact avec la résistance chauffante, l'enroulement de celle-ci se faisait selon une spire de diamètre plus large que le tube lui-même grâce au dispositif représenté sur la figure. Enfin, pour étendre la gamme des températures plus loin vers le bas de l'échelle (20°), les segments du tube dans ce secteur non seulement n'avaient pas de dispositif chauffant, mais encore étaient soumis au refroidissement par l'eau (manchon de papier filtre humidifié).

A l'intérieur du tube, une longue bande de papier filtre plissé, le parcourant d'un bout à l'autre, procurait aux insectes un substrat convenable. On introduisait alors dans le tube un nombre de couples déterminé et après un séjour de 24 à 48 heures, on comptait le nombre des œufs pondus dans les divers segments du tube, segments dont la température pouvait être estimée par les divers thermomètres échelonnés sur celui-ci.

Nous avons utilisé pour ces essais deux souches d'*E. kuhniella*, l'une élevée sur épis de maïs, à la température du laboratoire (17-20°) depuis de très nombreuses générations, l'autre élevée sur farine dans une étuve à 28°. Les résultats observés sont résumés dans les deux tableaux ci-dessous, d'après des relevés portant sur 63 femelles expérimentées.

Tableau II

Répartition des pontes données par les femelles provenant d'une souche élevée à 17°

Température du secteur	12/15°	16/19°	20/23°	24/26°	27/29°	30/32°	33/35°	35/40°	Nbre insectes en exp.
Nombre d'œufs dénombrés ...	30	228	935 (Max.)	496	95	9			18 ♀ 17 ♂

Tableau III

Répartition des pontes données par les femelles provenant d'un élevage à 28°.

Température du secteur	12/15°	16/19°	20/23°	24/26°	27/29°	30/32°	33/35°	35/40°	Nbre insectes en exp.
Nombre d'œufs dénombrés ...	34	130	457	1733	3693 (Max.)	366			45 ♀ 38 ♂

Il ressort de ces expériences que le préférendum thermique des femelles pour leur ponte est plus élevé lorsqu'il s'agit d'une souche élevée à 28° que pour celles provenant d'un élevage à 17°. Dans le premier cas le maximum d'œufs est récolté dans le segment du tube ayant une température comprise entre 20° et 23°, dans le deuxième cas, dans le segment dont la température s'étend entre 27° et 29°.

On peut donc penser que l'influence du milieu sur la mère peut modifier un point particulier de son comportement. Il y a là sujet à des recherches plus approfondies pour préciser cette sorte de régulation du *preferendum* thermique de ponte avec les conditions d'élevage (1).

VI. — REMARQUES SUR L'ŒUF ET SUR L'ÉCLOSION

Les œufs, blancs et brillants, ont des dimensions assez variables.

Moyenne de 1 500 œufs mesurés et pesés (d'après BRINDLEY).

	Poids	Longueur	Largeur
minimun	0,021	0,53 mm	0,28 mm
moyenne	0,023	0,58 mm	0,33 mm
maximun	0,025	0,64 mm	0,37 mm

Quelques jours après la formation de l'embryon, les œufs d'abord d'un blanc sale, se colorent en rose puis deviennent jaunâtres. A l'éclosion, ils tendent vers une coloration brun sombre.

Les éclosions surviennent plutôt dans la nuit, au cours d'une période qui varie de 3 à 37 jours.

Au-dessus de 32° les œufs se dessèchent ; au-dessous de 12° les œufs n'éclosent qu'après un délai de 30 jours et plus.

Influence de la température sur les éclosions d'après différents auteurs :

Auteurs	Durée incubation	Conditions du milieu
BURCKHARDT (1920)	7 j.	20° – 22° C
	21 j.	12° C
VOUKASSOVITCH (1929)	13 j.	16° C
	11 j.	17° C
	4 1/2 j.	24° – 25° C
	5 j.	29° – 30° C
BRINDLEY (1930)	4 j.	29°

La chenille met environ une heure pour sortir de l'œuf dont elle ronge la coque en un de ses pôles. Une fois dégagée, elle cherche un milieu obscur, ainsi que des aliments.

(1) On doit également noter, d'après les expériences rapportées ci-dessus, que des femelles issues d'un élevage à l'étuve à 28° sont plus prolifiques (moyenne de ponte 148 œufs par femelle) que celles issues d'un élevage à la température de la pièce (17-20°) (moyenne de ponte 99 œufs par femelle). La plupart des auteurs ont d'ailleurs signalé l'influence de la température, agissant notamment au moment de la nymphose, sur la prolificité.

Tableau IV

*Durée des stades du développement d'*Ephestia kuhniella Zel. *Les chiffres portés dans la colonne verticale de gauche se rapportent aux nos des observations* (cf tableau V).

TABLEAU V

Croissance de la mandibule, au cours des divers stades larvaires, pour 25 observations portant sur des chenilles isolées de l'éclosion à la nymphose. Les dimensions données pour la mandibule sont exprimées en $\frac{1}{100}$ de millimètre.

N°	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	13/2 – 18/2 Md $\frac{7}{5}$	18/2 – 6/3 Md $\frac{8}{6}$	6/3 – 15/3 Md $\frac{10,5}{7}$	15/3 – 21/3 Md $\frac{14,25}{9}$	21/3 – 5/4 Md $\frac{15}{11,25}$	5/4 – 21/4 Md $\frac{19}{14,75}$	21/4 – 2/5 Md $\frac{25}{20}$	2/5 – 22/5 Md $\frac{40,55}{29}$	22/5 N ♀		
2	15/3 – 22/3 Md $\frac{6}{5,25}$	22/3 – 28/3 Md $\frac{8}{6,25}$	28/3 – 5/4 Md $\frac{10}{9}$	5/4 – 15/4 Md $\frac{15}{11,75}$	15/4 – 22/4 Md $\frac{21}{16}$	22/4 – 30/4 Md $\frac{26}{20}$	30/4 – 3/5 Md $\frac{36,45}{30}$	3/5 N ♂			
3	17/3 – 22/3 Md $\frac{6}{4}$	22/3 – 31/3 Md $\frac{8}{6}$	31/3 – 18/4 Md $\frac{17}{13}$	18/4 – 29/4 Md $\frac{21,50}{16}$	29/4 – 13/5 Md $\frac{27}{21}$	13/5 – 21/5 Md $\frac{32}{23}$	21/5 – 8/6 Md $\frac{40,60}{29,30}$	8/6 N ♂			
4	18/3 – 24/3 Md $\frac{6}{4}$	24/3 – 29/3 Md $\frac{7}{5}$	29/3 – 4/4 Md $\frac{9}{6,5}$	4/4 – 18/4 Md $\frac{12}{8,40}$	18/4 – 30/4 Md $\frac{14,5}{11,5}$	30/4 – 13/5 Md $\frac{20}{15}$	13/5 – 31/5 Md $\frac{26,5}{19,75}$	31/5 – 12/6 Md $\frac{29}{22}$	12/6 – 27/6 Md $\frac{38}{29,6}$	27/6 N ♀	
5	8/4 – 12/4 Md $\frac{5,75}{4}$	12/4 – 18/4 Md $\frac{9}{6}$	18/4 – 28/4 Md $\frac{12}{8,25}$	28/4 – 13/5 Md $\frac{14}{11,25}$	13/5 – 21/5 Md $\frac{19}{14,5}$	21/5 – 31/5 Md $\frac{21,25}{16}$	31/5 – 14/6 Md $\frac{27,25}{20,15}$	14/6 – 28/6 Md $\frac{31}{24}$	28/6 – 27/7 Md $\frac{43}{31}$	27/7 N ♀	
6	9/4 – 18/4 Md $\frac{7}{5,5}$	18/4 – 26/4 Md $\frac{9}{6}$	26/4 – 6/5 Md $\frac{12,25}{9}$	6/5 – 13/5 Md $\frac{14}{10}$	13/5 – 21/5 Md $\frac{16,5}{19}$	21/5 – 31/5 Md $\frac{17,75}{16,50}$	31/5 – 7/6 Md $\frac{21}{18}$	7/6 – 19/6 Md $\frac{25}{20}$	19/6 – 23/7 Md $\frac{39,10}{30,60}$	23/7 N ♀	
7	12/4 – 18/4 Md $\frac{5}{4}$	18/4 – 29/4 Md $\frac{6,5}{5,5}$	29/4 – 6/5 Md $\frac{8}{6}$	6/5 – 21/5 Md $\frac{12}{9}$	21/5 – 26/5 Md $\frac{13}{10,25}$	26/5 – 12/6 Md $\frac{14}{11}$	12/6 – 26/6 Md $\frac{17}{14,5}$	26/6 – 10/7 Md $\frac{22,25}{18}$	10/7 – 25/7 Md $\frac{36}{27}$	25/7 – 7/8 Md $\frac{39,50}{30,5}$	7/8 N ♀
8	16/4 – 22/4 Md $\frac{6,5}{4,25}$	22/4 – 29/4 Md $\frac{12}{8,5}$	29/4 – 13/5 Md $\frac{12,50}{9,25}$	13/5 – 21/5 Md $\frac{16}{13}$	21/5 – 31/5 Md $\frac{17,75}{14}$	1/5 – 7/6 Md $\frac{23}{19,50}$	7/6 – 19/6 Md $\frac{31}{22}$	19/6 – 9/7 Md $\frac{41,20}{30,25}$	9/7 N ♂		
9	27/4 – 29/4 Md $\frac{6,5}{4,5}$	29/4 – 13/5 Md $\frac{8}{6}$	13/5 – 21/5 Md $\frac{9}{7,5}$	21/5 – 26/5 Md $\frac{14}{10}$	26/5 – 14/6 Md $\frac{17}{14}$	14/6 – 23/6 Md $\frac{23,5}{17,5}$	23/6 – 27/6 Md $\frac{25,5}{18}$	27/6 – 11/7 Md $\frac{30}{23}$	11/7 – 5/8 Md $\frac{40,6}{30,3}$	5/8 N ♂	
10	23/4 – 29/4 Md $\frac{5,5}{4,5}$	29/4 – 5/5 Md $\frac{7,25}{5,6}$	5/5 – 13/5 Md $\frac{19}{13}$	13/5 – 21/5 Md $\frac{27}{21}$	21/5 – 1/6 Md $\frac{37,4}{28,5}$	1/6 N ♂					
11	23/4 – 28/4 Md $\frac{6,5}{4,5}$	28/4 – 13/5 Md $\frac{10}{8}$	13/5 – 21/5 Md $\frac{12}{10}$	21/5 – 12/6 Md $\frac{14}{12,5}$	12/5 – 23/6 Md $\frac{18}{14,25}$	23/6 – 8/7 Md $\frac{37}{28}$	8/7 N ♀				

12	23/4 – 29/4 6 Md 4,25	29/4 – 6/5 Md 8 6	6/5 – 13/5 Md 17 13	13/5 – 21/5 27 Md 19,75	21/5 – 1/6 Md 39 28	1/6 • N ♀					
13	23/4 – 28/4 6 Md 4	28/4 – 6/5 14,4 Md 9,75	6/5 – 13/5 22 Md 16,75	13/5 – 22/5 36,5 Md 26,35	22/5 N ♀	9/6 N ♀	11/6 N ♀				
14	23/4 – 29/4 6 Md 4	29/4 – 13/5 13 Md 10	13/5 – 21/5 19 Md 13,5	21/5 – 31/5 24,5 Md 20,5	31/5 – 9/6 37,8 Md 27,8	9/6 N ♀	11/8 – 29/8 31 Md 21,75	29/8 – 10/9 42,6 Md 30	10/9 N ♀		
15	24/4 – 5/5 6 Md 4	5/5 – 12/5 7 Md 5,75	12/5 – 20/5 12 Md 9,25	20/5 – 26/5 18 Md 14	26/5 – 31/5 21,5 Md 17	31/5 – 11/6 39,8 Md 26,6	13/8 – 22/8 24,5 Md 18,8	22/8 – 29/9 33 24,6	29/9 – 30/10 41 Md 30,1	30/10 N ♂	
16	17/6 – 22/6 6 Md 6,25	22/6 – 27/6 8,5 Md 6,5	27/6 – 1/7 11,5 Md 7,75	1/7 – 16/7 14 Md 10	16/7 – 28/7 19 Md 13	28/7 – 11/8 26 Md 18	30/8				
17	26/6 – 3/7 6 Md 4	3/7 – 11/7 8 Md 6	11/7 – 17/7 9,25 Md 7,25	17/7 – 24/7 10,5 Md 9	24/7 – 5/8 15,25 Md 13,10	3/8 – 13/8 20,25 Md 15	N ♂				
18	26/6 – 3/7 6 Md 4	3/7 – 13/7 8,5 Md 6,25	13/7 – 22/7 12,25 Md 9,5	22/7 – 6/8 16,5 Md 11,5	6/8 – 17/8 24,5 Md 16,5	17/8 – 30/8 39,8 Md 28,6	11/8 – 8/9 40,6 Md 29,4	8/9 N ♀			
19	26/6 – 1/7 6 Md 4	1/7 – 5/7 8 Md 6	5/7 – 11/7 12 Md 9,5	11/7 – 19/7 16 Md 12	19/7 – 28/7 22 Md 16	28/7 – 11/8 29,25 Md 23	22/8 – 7/9 N ♂				
20	26/6 – 3/7 6,75 Md 4,75	3/7 – 11/7 8 Md 6	11/7 – 15/7 11 Md 7,75	15/7 – 21/7 12 Md 10	21/7 – 5/8 17,1 Md 14,5	5/8 – 22/8 31,15 Md 23,10					
21	26/6 – 2/7 6 Md 4	2/7 – 7/7 9 Md 6	7/7 – 11/7 11 Md 8,25	11/7 – 19/7 14 Md 12	19/7 – 23/7 17,5 Md 14,5	23/7 – 6/8 24,5 Md 18	6/8 – 23/8 32,25 Md 22,5	23/8 – 23/9 41,5 Md 30	23/9 N ♀		
22	30/6 – 5/7 6,5 Md 4,5	5/7 – 10/7 12 Md 9	10/7 – 15/7 16 Md 12	15/7 – 20/7 26 Md 20	20/7 – 25/7 29 Md 20,15	25/7 – 2/8 37,25 28	N ♀				
23	30/6 – 5/7 6,5 Md 4,5	5/7 – 11/7 7,5 Md 5,5	11/7 – 19/7 11,25 Md 7,25	19/7 – 25/7 15 Md 12	25/7 – 30/7 37 Md 27,8	30/7 N ♂					
24	30/6 – 7/7 6,25 Md 4	7/7 – 11/7 6,40 Md 6,5	11/7 – 15/7 12 Md [illegible]	15/7 – 19/7 19 Md 13	19/7 – 25/7 22 Md 17	25/7 – 30/7 37,8 Md 27,6	30/7 N ♂				
25	30/6 – 7/7 6,25 Md 4,25	7/7 – 13/7 9 Md 6	13/7 – 20/7 11,75 Md 8,75	20/7 – 27/7 21,5 Md 17	27/7 – 5/8 30 Md 22	5/8 – 12/8 40,5 Md 31	12/8 N ♂				

VII. — CROISSANCE LARVAIRE

La plupart des auteurs tels BURKHARDT (1920) et E. VON GIERKA (1932) indiquent qu'en général l'*E. kuhniella* mue quatre fois. Seul BRINDLEY précise 6 mues pour une température de 30° C et à une humidité relative de 73 p. 100.

Pour étudier de notre côté le nombre de mues d'*E. kuhniella*, nous avons isolé des œufs, sur de la farine tamisée très finement et répartie en couche mince dans des boîtes de Pétri. Nous avons comparativement utilisé deux types de farine : farine de blé ordinaire et farine de maïs. Les boîtes d'isolement étaient toutes mises dans l'étuve à 28° C et on contrôlait journellement s'il y avait eu mue. On ajoute progressivement de la farine au fur et à mesure de la croissance de la chenille.

La première mue survient toujours dans le courant de la première semaine après l'éclosion. Avant chaque mue, la chenille tisse une sorte d'abri soyeux dans lequel on retrouve aisément la capsule céphalique de l'exuvie. Nous avons recueilli ainsi toutes les capsules céphaliques, et après les avoir montées en préparation microscopique au liquide de FAURE, nous en avons relevé les dimensions, par relevé du dessin au microscope à projection. Pour la comparaison des divers stades, et pour apprécier la croissance de la capsule céphalique, nous avons notamment mesuré les dimensions de la mandibule. Deux mesures nous ont paru faciles à évaluer : la distance séparant le condyle articulaire de l'extrémité de la dent apicale (L) et celle comprise entre ce même condyle et la glène articulaire (l). Ces repères sont aisément visibles et les mesures relevées donnent une idée de la croissance de la mandibule en longueur et en largeur.

Ces expériences d'élevage de larves isolées nous ont permis de faire les observations condensées dans les tableaux IV et V (1).

En ce qui concerne la durée du développement, de l'éclosion à la nymphose nous relevons une durée comprise entre un minimum de 29 jours et un maximum de 132 jours. La vitesse de développement est indépendante du sexe.

Les différences observées dans la rapidité de croissance larvaire sur les deux types de farines ne sont pas nettement significatives, mais la farine de maïs paraît légèrement plus favorable.

Les différences les plus intéressantes à retenir portent sur le nombre des mues larvaires qui se placent entre 4 et 10. De tels faits sont connus chez d'autres Insectes et notamment des Lépidoptères. P. ALLEGRET

(1) Dimensions citées pour chaque stade larvaire dans le tableau V sous forme d'une équation : $\frac{L}{l}$. Les dimensions sont données en $\frac{1}{100}$ de millimètre. La durée des stades (I à XI) est indiqué par les dates des deux mues successives.

(1948) poursuit actuellement des travaux sur *Galleria mellonella*, la Teigne des ruches, visant à préciser la nature ou le déterminisme des mues facultatives ou surnuméraires. TITSCHACK (1926) a de son côté signalé de tels faits à propos de la Teigne des vêtements (*Tineola biselliella*) dont le nombre de mues larvaires peut varier de 4 à 40.

Une autre variation de la croissance larvaire se présente quand on compare les tailles atteintes par les chenilles à des âges identiques. Alors que les chenilles nouveau-nées ont une capsule céphalique dont la mandibule répond à peu près régulièrement aux dimensions suivantes : L = 60 microns, l = 40 microns, on constate une grande diversité de taille au cours des stades ultérieurs. Il ne s'agit pas ici de phénomènes sporadiques car sur 25 chenilles élevées isolément et dont chaque mue a été prélevée et étudiée (mesure de la capsule céphalique), on ne retrouve aucun développement concordant d'une majorité de chenilles. Ces faits méritent d'être étudiés de plus près, nous n'en pouvons donner d'explication pour l'instant.

VIII. — COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DE LA CHENILLE

Les expériences que nous avons exposées plus haut, à propos du comportement de ponte des femelles d'*Ephestia*, nous ont montré que selon l'origine de la souche des Insectes utilisés expérimentalement (élevage sur farine de blé ou sur farine de maïs) le papillon pond un plus grand nombre d'œufs dans l'espèce de farine d'où lui-même provient. Nous avons voulu préciser les limites de ce *preferendum* alimentaire des larves selon leur origine.

Nos expériences se proposaient donc de présenter au choix alimentaire de chenilles isolées à partir de souches connues, des surfaces contiguës des deux sortes de farine blé et maïs. Pour cela des boîtes de Pétri, préalablement obscurcies, soit par un vernis noir, soit par du papier noir opaque, étaient saupoudrées sur le fond d'une mince couche de farine très finement tamisée. Selon le cas, chaque boîte était compartimentée soit en quatre secteurs radiaires, soit en bandes parallèles recevant alternativement farine de blé et farine de maïs (fig. 5). Dans une première série d'expériences, une chenille était alors isolée dans chacune de ces boîtes, chenille provenant soit d'une souche élevée sur farine de blé, soit d'une souche élevée sur farine de maïs. Dans une deuxième série d'expériences, un œuf fut déposé au centre de telles boîtes de Pétri, et on suivit au fur et à mesure l'activité de la larve nouveau-née, puis des stades plus avancés jusqu'à la chrysalide et l'éclosion du papillon.

Le déplacement des larves est facile à suivre, car ces larves creusent dans la farine de petites galeries, se construisent en outre des abris soyeux pour effectuer leur mue ou leur nymphose. En utilisant un appareil photo-

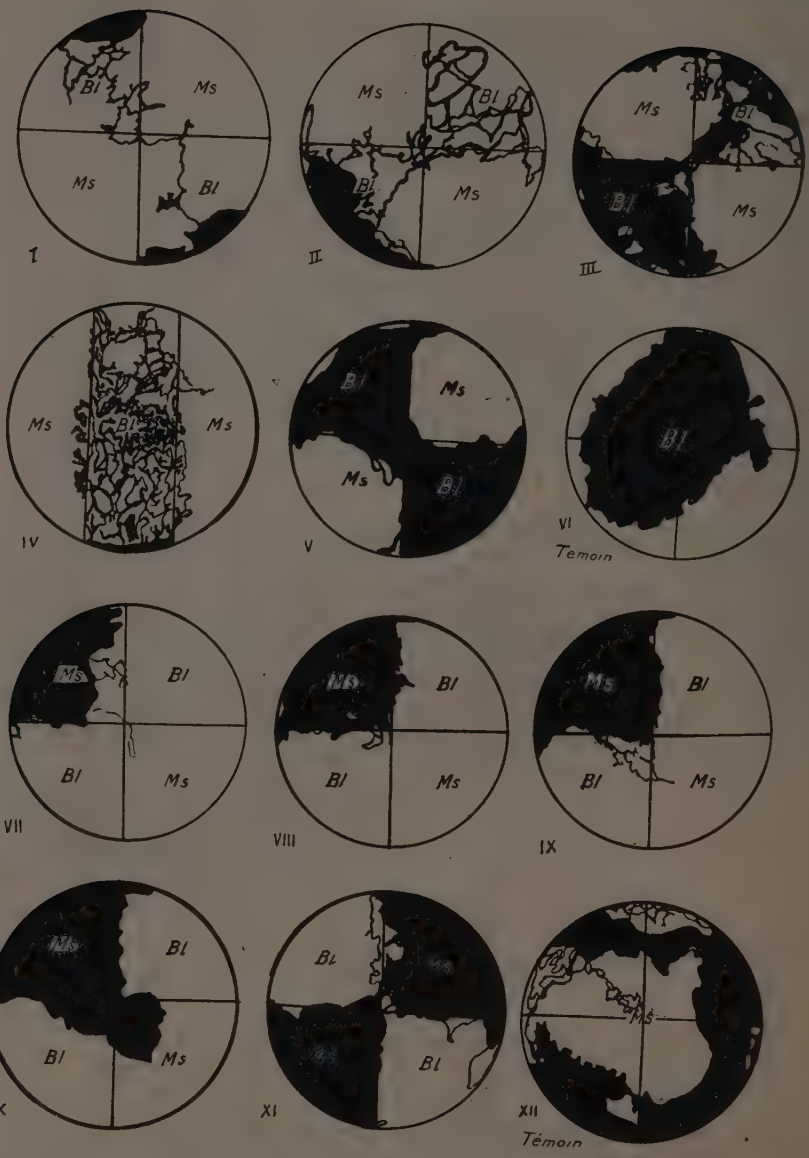


FIG. 5 — Résultats comparés du *preferendum* alimentaire de chenilles d'*Ephestia kuhniella*, suivies solément de l'éclosion à la mymphose. Expériences I à VI : larves provenant d'une souche levée sur farine de blé. Expérience VII à XII : larves provenant d'une souche élevée sur maïs. Dans les expériences témoins, la larve s'est développée sur un milieu homogène de farine de blé (VI) ou de farine de maïs (XII).

graphique à long soufflet et à verre dépoli pour la mise au point, nous avons pu suivre par projection et dessiner avec exactitude tous les trajets des larves et apprécier leur activité alimentaire.

Dans ces conditions, on peut constater que les larves prélevées d'un élevage sur farine de maïs, ou issues d'œufs pondus par des papillons provenant de cet élevage, préfèrent toujours la farine de maïs à la farine de blé. Inversement des larves issues d'une souche élevée sur farine de blé consomment davantage de farine de blé que de farine de maïs, lorsqu'elles ont à choisir entre ces deux types de farine (fig. 5).

De tels résultats, de même que ceux relatifs au choix préférentiel d'une farine déterminée pour la ponte (cf. plus haut), nous conduisent à poser la question : s'agit-il de deux races sélectionnées, l'une inféodée à la farine de maïs, l'autre à la farine de blé ?

Nous avons donc cherché à voir s'il était possible par une sélection répétée sur plusieurs générations successives d'isoler une souche dont la préférence pour la farine de maïs irait en croissant, et une autre de plus en plus strictement attirée par la farine de blé. Nos expériences consistaient à isoler un couple dans un bocal d'un litre (type bocal à conserves) et le laisser choisir pour sa ponte entre un lot de farine de maïs et un lot de farine de blé. Les deux sortes de farine remplissaient chacune une moitié du fond du bocal, sur une épaisseur de quelques centimètres, séparées par une cloison de carton. On suivait ensuite le développement des populations de chenilles dans chacun des deux lots de farine, après avoir pris soin de séparer totalement par un septum en papier les deux moitiés du bocal rendues ainsi étanches et indépendantes. En vue d'éviter d'ailleurs quelques migrations possibles des chenilles d'un côté à l'autre, nous avons dans certaines expériences, offert aux papillons femelles deux sachets de farine faits de gaze légère permettant aisément à l'insecte de pondre ses œufs dans le substrat. Après la mort des géniteurs, les deux sachets étaient isolés chacun dans un bocal. Le résultat de l'expérience dans ces conditions s'obtenait en comptant le nombre de chrysalides ou de papillons issus de chacun des deux milieux offerts en compétition à la femelle.

Les deux tableaux VI et VII ci-dessous résument les résultats de nos expériences. On constate (tableau VI) que la préférence pour la farine de maïs, non seulement se maintient de façon très nette au cours de cinq générations successives (chacune d'elles pouvant choisir au moment de la ponte entre farine de maïs et farine de blé), mais encore qu'une certaine sélection s'opère dans la série des lignées G^1Ms à G^5Ms. On peut en effet estimer le degré d'appétence préférentielle des insectes pour une farine donnée d'après le pourcentage de descendants issus de chacun des lots des deux espèces de farine. L'affinité pour la farine de maïs qui dans la génération G^1Ms était le fait de 85,6 p. 100 de la population, passe succes-

Tableau VI

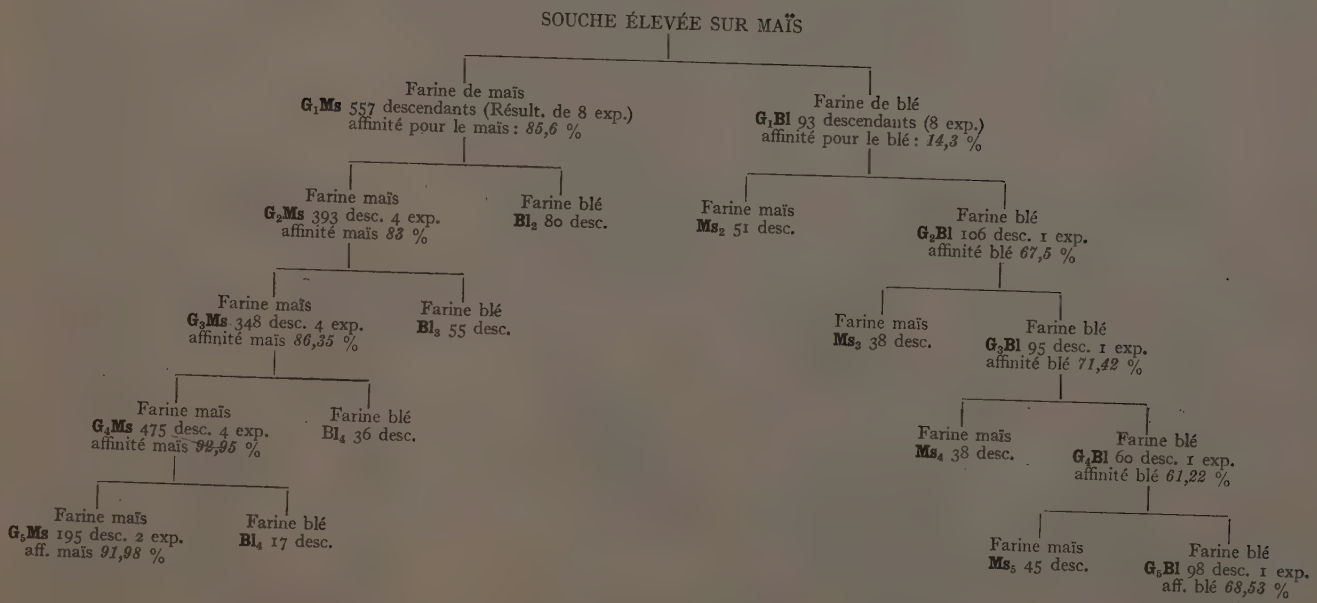
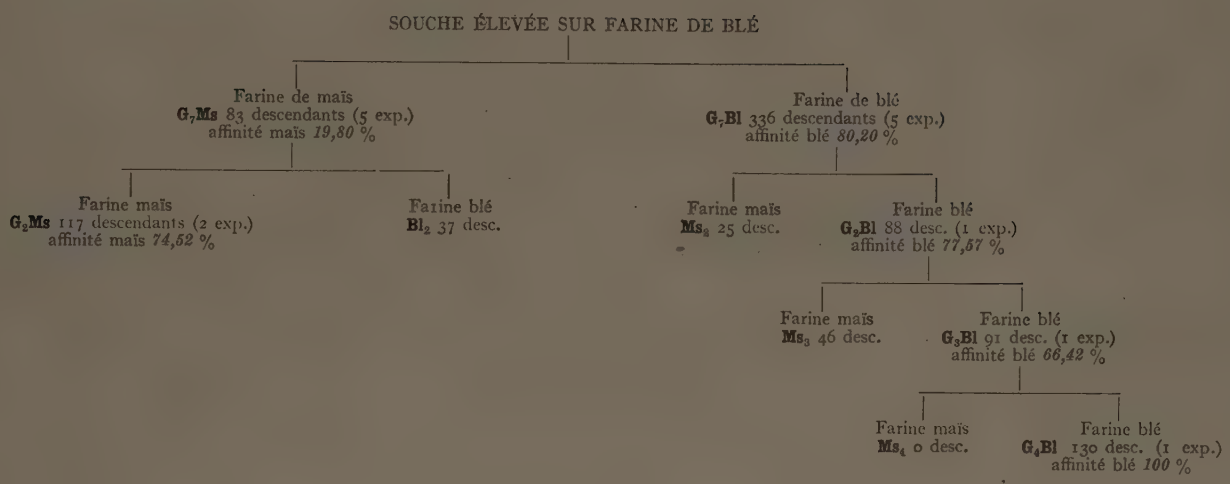

SOUCHE ÉLEVÉE SUR MAÏS
Farine de maïs
G1Ms 557 descendants (Résult. de 8 exp.)
affinité pour le maïs : 85,6 %
Farine de blé
G1Bl 93 descendants (8 exp.)
affinité pour le blé : 14,3 %
Farine maïs
G2Ms 393 desc. 4 exp.
affinité maïs 83 %
Farine blé
Bl2 80 desc.
Farine maïs
Ms2 51 desc.
Farine blé
G2Bl 106 desc. 1 exp.
affinité blé 67,5 %
Farine maïs
G3Ms 348 desc. 4 exp.
affinité maïs 86,35 %
Farine blé
Bl3 55 desc.
Farine maïs
Ms3 38 desc.
Farine blé
G3Bl 95 desc. 1 exp.
affinité blé 71,42 %
Farine maïs
G4Ms 475 desc. 4 exp.
affinité maïs 92,95 %
Farine blé
Bl4 36 desc.
Farine maïs
Ms4 38 desc.
Farine blé
G4Bl 60 desc. 1 exp.
affinité blé 61,22 %
Farine maïs
G5Ms 195 desc. 2 exp.
aff. maïs 91,98 %
Farine blé
Bl4 17 desc.
Farine maïs
Ms5 45 desc.
Farine blé
G5Bl 98 desc. 1 exp.
aff. blé 68,53 %

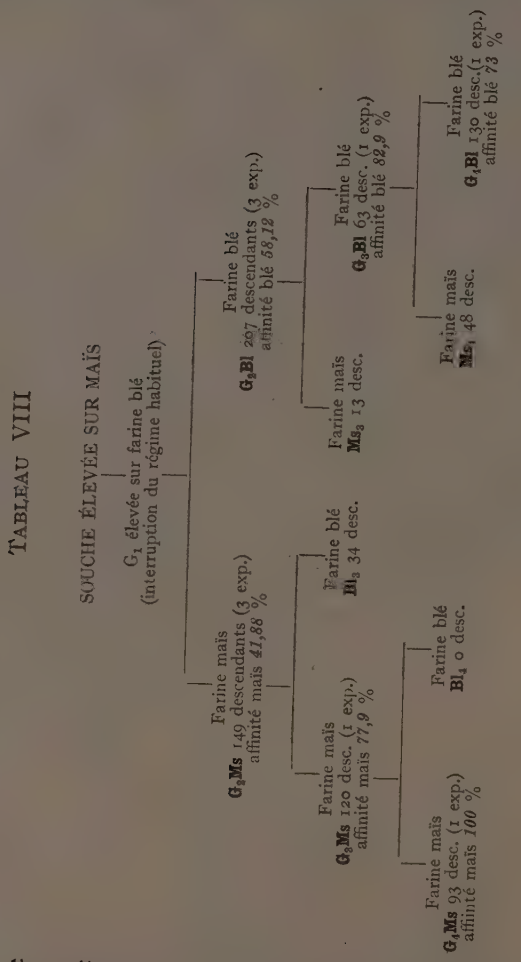
TABLEAU VII


SOUCHE ÉLEVÉE SUR FARINE DE BLÉ
Farine de maïs
G7Ms 83 descendants (5 exp.)
affinité maïs 19,80 %
Farine de blé
G7Bl 336 descendants (5 exp.)
affinité blé 80,20 %
Farine maïs
G2Ms 117 descendants (2 exp.)
affinité maïs 74,52 %
Farine blé
Bl2 37 desc.
Farine maïs
Ms2 25 desc.
Farine blé
G2Bl 88 desc. (1 exp.)
affinité blé 77,57 %
Farine maïs
Ms3 46 desc.
Farine blé
G3Bl 91 desc. (1 exp.)
affinité blé 66,42 %
Farine maïs
Ms4 0 desc.
Farine blé
G4Bl 130 desc. (1 exp.)
affinité blé 100 %

sivement à 83 p. 100 en G^2Ms, 86, 35 p. 100 en G^3Ms, 92, 95 p. 100 en G^4Ms, 91,98 p. 100 en G^5Ms. L'augmentation du pourcentage est certes faible et fluctuante, mais demeure cependant assez nette.

Par contre, si à partir de cette même souche issue du maïs on isole un des couples de la première génération ayant choisi la farine de blé

TABLEAU VIII



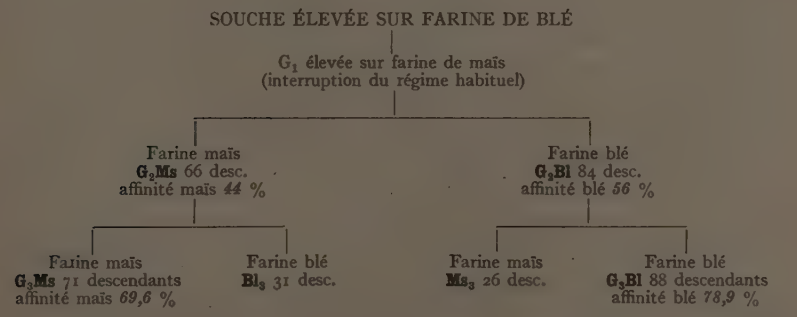
(G^1Bl) et que l'on sélectionne pendant 5 générations les descendants offrant cette même préférence, on constate que l'amélioration du pourcentage n'est significative qu'entre G^1Bl et G^2Bl (tableau VI), les variations observées en G^3Bl ; G^4Bl, G^5Bl étant peu importantes. Mais il est évident, si l'on considère les résultats finaux de l'expérience, qu'étant parti d'une souche d'insectes élevés sur maïs et dont l'affinité pour ce

substrat était de 85, 60 p. 100, on arrive après 5 générations successives sur farine de maïs à une affinité pour le maïs de 91 à 92 p. 100. Inversement, en sélectionnant à partir de cette même souche des insectes du lot ayant préféré la farine de blé en G^1, dans une proportion de 14,30 p. 100 de la population, on obtient dès la deuxième génération sur farine de blé une augmentation notable de cette préférence avec un taux de 67,50 p. 100, taux qui ne s'améliore plus guère dans les trois autres générations isolées sur farine de blé.

Des résultats comparables s'observent si les mêmes expériences sont faites à partir d'une souche issue de la farine de blé (tableau VII). Alors qu'en G^1 l'affinité pour le maïs n'est que de 19,80 p. 100, elle passe en deuxième génération à 74,52 p. 100 (G^2Ms, tableau VII). Par contre l'affinité pour la farine de blé qui en G^1 était de 80,20 p. 100 ne varie pas de façon significative dans les trois générations suivantes sélectionnées sur farine de blé (G^2Bl : 77,57 p. 100 ; G^3Bl : 66,42 p. 100 ; G^4Bl : 100 p. 100, tableau VII). Le résultat de G^4Bl (100 p. 100 tableau VII) ne saurait être considéré comme témoignant de la sélection d'une race inféodée au blé, car il eût été nécessaire d'observer la descendance de cette génération en G^5, G^6 etc.

D'autres expériences, où le régime habituel d'une souche est interrompu obligatoirement pendant une génération (tableaux VIII et IX) nous confirment cependant l'ensemble des résultats précédents. A partir d'une souche issue du maïs ou du blé, il est toujours possible de sélectionner, en soumettant des couples reproducteurs au choix entre la farine de maïs et la farine de blé, des populations dont les unes manifestent une préférence accrue pour le maïs, les autres une préférence accrue pour le blé.

TABLEAU IX



Mais ces mêmes expériences montrent de façon péremptoire que cette préférence est réversible car les conditions d'élevage font varier le *preferendum* initial dans un sens ou dans l'autre. Les variations

observées dans le comportement d'*Ephestia* à l'égard du substrat se présentent donc comme le résultat d'une action du milieu, action ayant un effet tardif, puisque le milieu nutritif offert à des chenilles G^1, influe sur le comportement de ponte des imagos G^1 mais aussi sur le comportement alimentaire des chenilles G^2 issues de la génération précédente.

Nous comptons reprendre et développer ces expériences, en précisant dans les descendances, le comportement de ponte des imagos, et le *preferendum* alimentaire des larves.

De tels faits d'une adaptation du comportement à une variation du milieu, sont à rapprocher d'expériences réalisées par PICTET (1932) avec *Lasiocampa quercus*. Des chenilles de ce papillon, obligées de se nourrir sur du Sapin, présentent d'abord une forte mortalité, mais après plusieurs générations obligatoires sur le Sapin, on obtient une population adaptée à cette essence.

CONCLUSIONS

Nous retrouvons, avec de nombreux auteurs, une durée de vie larvaire très variable chez l'*Ephestia*. Ainsi dans les conditions constantes, d'un élevage sur farine de maïs ou de blé, à la température de 28°, la nymphose peut survenir entre 29 jours et 132 jours après l'éclosion. La croissance de la larve peut alors comporter de 4 à 10 stades larvaires, soit de 3 à 9 mues larvaires, plus une mue nymphale. La durée de chacun des stades larvaires est également variable, le premier stade étant le plus régulier avec une durée possible de 4 à 9 jours. Les stades II à VI oscillent à peu près régulièrement entre 4 et 18 jours (maximum 19 jours). Les stades ultérieurs, VII, VIII, IX et X, sont au contraire nettement plus longs, pouvant atteindre 28 à 37 jours au maximum et leur minimum est également plus élevé : 12, 15 jours pour les stades VIII et IX notamment. Il apparaît que au-delà du stade VI, les mues larvaires, lorsqu'elles existent correspondent à un développement encore moins régulier, les stades VII à X peuvent avoir la signification d'un prolongement anormal de la vie larvaire, ou au moins traduire des conditions internes de la larve différentes de ce qu'on peut considérer comme correspondant à la normale du développement. Toutefois, étant donné l'uniformité des conditions de nos élevages, il serait nécessaire d'analyser de plus près le déterminisme de ces très grandes irrégularités du développement.

Nous notons que la ponte s'opère nettement plus abondante à l'obscurité qu'à la lumière. Le *preferendum* thermique pour la ponte nous est apparu aussi nettement influencé par les conditions d'élevage préalable des géniteurs.

Ce fait nous laissait entrevoir une action du milieu sur le comportement de l'Insecte, action à effet retardé.

Les papillons issus d'un élevage sur farine de maïs pondent de préférence sur la farine de maïs, alors que des femelles issues d'un élevage sur farine de blé pondent de préférence sur cette farine.

La chenille va de préférence dans la farine dont sont issus ses parents. On peut d'ailleurs, au cours des générations successives, isoler à partir d'une population issue de la farine de maïs, des descendants manifestant une affinité pour le blé, d'autres une affinité pour le maïs. Il ne s'agit pas d'une sélection de races physiologiques, car la préférence reconnue d'une souche pour une farine de blé par exemple, peut être inversée par passage sur une farine de maïs pendant une génération. Le fait pour ces chenilles de s'être nourries de farine de blé confère à leurs descendants une affinité accrue pour ce substrat, de même à l'égard du maïs dans une expérience avec cette farine.

En prolongeant l'élevage sur une même farine on peut améliorer l'affinité pour celle-ci, mais on n'aboutit pas à une sélection définitive. Il s'agit seulement d'une action du milieu sur le comportement des Insectes, action se manifestant de façon tardive.

Reçu pour publication le 31 octobre 1953.

Ce mémoire constitue la thèse soutenue par M. M. OZER à l'Université de Paris le 18 juin 1953.

BIBLIOGRAPHIE

1930. — BRINDLEY (T. A.). — The growth and development of *Ephestia kuhniella* Z. (Lepidopt.) and *Tribolium confusum* DUVAL (Coleopt.) under controlled condition of temperature and relative humidity. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, XXIII, **4**, 741-757.

1937. — BUSNEL (R.). — Contribution à l'étude anatomique et physiologique de la chenille d'*Ephestia kuhniella* Z. (Teigne de la farine). *Rev. Path. Veg.* **24**, fasc. 2, 137-162.

1919. — BURKHARDT (F.). — Zur biologie der Mehlmotte (*Ephestia kuhniella* Z.) *Z. f. Angew. Ent.* VI, **1**, 25-60, 13 fig.

1928. — CANDURA (G. S.). — Contributo alla conoscenza della tignala grigici delle proviste alimentari (*Ephestia kuhniella* Z.) e del suo parassita *Nemeritis canescens* Gravenhorst. *Boll. Lab. Zool. Portici* XXI, 149-219.

1942. — DA CUNHA (A. X.). — O desenvolvimento das glandulas sexuais na *Ephestia kuhniella Zell. Mem. Est. Museum Zool. Univers. Coimbra*, n° 131, 29.

1944. — DAVIDSON (J.). — On the relation ship between temperature and rate of development of Insects as constant temperature. *J. Animal Ecology* **13**, n° 1, 26-38.

1943. — DEL CANIZO (G.). — Notas sobre la « Palomilla gris » de la harina (*Ephestia kuhniella*). *Bol. Path. Veg. Ent. Agric.*, **12**, 249-35.

1926. — DIEUZEIDE (R.). — Le papillon gris de la farine (*Ephestia kuhniella* Z.) *Rev. Zool. Agric. Appl.* **25**, 17-25.

1928. — DUMONT (C.). — Expériences sur la modification profonde du régime alimentaire de diverses chenilles. *Ann. Soc. Ent. Fr.* **97**, 59-104.

1944. — FRAENKEL (G.) et BLEWETT (N.). — The natural foods and the food requirement of several species of stored products insects. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, **93**, p. 2, 457-490.
1944. — FRAENKEL (G.) et BLEWETT (N.). — The basic food requirements of several insects. *Journ. Exp. Biol.*, **20**, 1, 28-34.
1945. — FRAENKEL (G.) et BLEWETT (N.). — The dietetics of the caterpillar of three *Ephestia* species, *Plodia interpunctella*. *Journ. Exp. Biol.*, **22**, nº 1 et 2, 162-171.
1945. — FRAENKEL (G.) et BLEWETT (N.). — Linoleicacid, vitamin E and other fatsoluble substances in the nutrition of certain insects. *E. kuhniella*, *E. elutella*, *E. cautella* and *Plodia interpunctella*. *Journ. Exp. Biol.*, **22**, nº 1 et 2, 172-190.
1917. — FRICKHINGER (H. W.). — Blausauke im kampfe gegen die mehlmotte (*Ephestia kuhniella* ZELL.), *Zeitschr. f. angew. Ent.* IV, 129-140.
1932. — GIERKE (Von) (E.). — Uber die hautungen und Entwidklungsfeschwinfigkeit der larven der Mehlmotte *Ephestia kuhniella* ZELL. *Arch. Entw, Mech.*, CXXVII, **3**, 387-410.
1932. — HINTON (H. E.) et CORBET (A. S.). — Common insect pests of stored food products. A guide to their identification. *British Museum Nat. History. Econ. Ser.* nº 15.
1900. — HOLLRUNG (M.). — Die Mehlmotte *Ephestia kuhniella* Z. eine Gefahr für das Müllereigewerbe. *Land. Wochenschr. f. d. prov. Sachren.*, 470-471.
1930. — JANISCH (E.). — Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Umweltfaktoren auf Insekten. I. Die Massenvermehrung der Baumwol. Leule *Prodenia littoralis* in Egypten. *Z. Morph. Oekol. der Tiere*, XVII.
1884. — KARSCH (M. F.). — *Ephestia kuhniella* ZELLER, eine nordamerikanische Phycide am Rhein. *Entom. Nachrichten*, 109-112, ferner S. 226.
1910. — KOERNER (G.H.R.). — Die Mehlmotte (*Ephestia kuhniella*) Schmarotzer des Mehles. Ihre Entwicklung und Bekampfung.
1940. — KOHLER (W.). — Der Einfluss versichiedener Nahrungsgrade auf aussere Körpermerkmale, die Entwicklungsgeschwindigkeit, die Lebensdauer und Fortplanzungfähigkeit von *Ephestia kuhniella*. Z. *Biol. Zentr.* **60**, 34-69.
1939. — KUNIKE (G.). — Beitrage zur Lebensweise unde Bekampfung der Mehlmotte *Ephestia kuhniella* Z. (*Pyralidae, Phycitidae*). *Z. angew. Ent. Part.* **25**, 4, 588-608.
1930. — LEBEDEV (A.G.). — Zur Frage der geographischen Herkunft der Mehlmotte *Ephestia kuhniella* Z.) *Z. angew. Ent. XVI*, nº **3**, 597-605.
1929. — LEBEDEV (A. G.). — On the question of the geographical origin of the flour moth, *Ephestia kuhniella* ZELL. (in Russian). *Plant Protection* VI, nº **1-2**, 45-51, 16 ref.
1933. — MANSBRIDGE (G. H.). — The breeding of *Ephestia kuhniella* Z. in large numbers for experimental Work. *Ann. Appl. Biol.*, **20**, nº 4, 771-4.
1933. — NORRIS (M.) et RICHARDS (O. W.). — Contribution towards the study of insect fertility. I — The structure and operation of the reproductive organs of the genera *Ephestia* and *Plodia* (*Lepidoptera Phycitidae*). II — Experiments on the factors influencing fertility in *Ephestia kuhniella* Z. (*Lepidopt. Phycit.*). *Proc. Zool. Soc. London, pt.* 3, 595-611, 5 pl., pt. 4, 903-934.
1936. — NORRIS (M.). — Experiments on some factors affecting fertility in *Trogoderma versicolor* CREUTZ. (Coleopt. Dermest.) *Journ. Anim. Ecol*, **5**, 1, 19-22.
1934. — NORRIS (M.). — Contributions towards the study of insect fertility. III — Adult nutrition fecundity and longevity in the genus *Ephestia* (Lepidopt. Phycitidae). *Proc. Zool. Soc. London*, Part 2, 333-360.

1932. — PICTET. — Sur les populations hybridées des Lépidoptères dans la zone de contact entre les habitats de deux races génétiques d'après les recherches du Parc National Suisse. *Ve Congr. Intern. Entom.*
1888. — POULTON (E. B.). — The determination of sex in certain living lepidopterous larvae *Ephestia kuhniella*. *Trans. Ent. soc. London*, 588-599.
1921. — QUAST (M.). — Beitrage zur Kenntnis der Samenübertragung bei *Ephestia kuhniella* Z. *Archiv. Natur. Ser.* A., 96, part 10, 70-90.
1937. — RAICHOUDHURY (D. P.) et JACOBS (S. E.). — Experiments on the sterility of *Ephestia kuhniella* Z. (Lepidopt. Phycit.) in relation to high temperature (30°C). *Proc. Zool. Soc. London Ser. A.* Part. 3, 283-288.
1930. — RICHARDS (O. W.) et HERFORD (G. V. B.). — Insects found associated with cacao, spices and dried fruits in London Ware-Houses. *Ann. Appl. Biol.* XVII, nº 2, 367-395.
1932. — RICHARDS (O. W.) et THOMSON (W. S.). — A contribution to the study of the genera *Ephestia* Gn. and *Plodia* gn. with notes on parasites of the larvae. *Transac. Ent. Soc. Lond.* LXXX, 169-250.
1926. — RICHARDSON (C. H.). — A physiological study of the growth of the mediterranean flour moth *Ephestia kuhniella* Z. in wheat flour. *Journ. Agric. Res.*, XXXII, nº 10, 895-926.
1926. — TITSCHACK (E.). — Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. II *Tineola biselliella* KIM. Gleichzeitig ein Beitrag zur Klärung der Insektenhäutung. *Zs. Wiss. Zool.*, **128**, 509-569.
1945. — ULLYETT (G. G.). — Oviposition by *Ephestia kuhniella* ZELL. *Journ. Ent. Soc. South. Afr.*, **8**, 53-59.
1929. — VOUKASSOVITCH (P.). — Nouvelles observations sur *Ephestia kuhniella* ZELLER. *Comptes rendus de la Société de Biologie*, **1**, 64-67.
1934. — VOUKASSOVITCH (H.) et VOUKASSOVITCH (P.). — Variation dans la durée du développement du papillon *Ephestia kuhniella* ZELL. *C. R. Soc. Biol.* **117**, 28, 33-36.
1935. — VOUTE (A. D.). — Die Entwicklung der Mehlmotte *Ephestia kuhniella* Z. bei konstanden und schwankenden Temperaturen, Part II. *Z. angew. Ent.*, **22**, 2, 165-184.
1938. — WILLIAMS (J. L.). — The mating of *Ephestia kuhniella* ZELL. and its results. *Ent. News.* **49**, nº 4-5, 104-107, 121-126.

NOTES PHYTOSANITAIRES

ÉVOLUTION DES MALADIES DES PLANTES EN 1951.

Les Stations de Pathologie Végétale et les laboratoires annexés aux Chaires reçoivent chaque année de nombreux échantillons à déterminer adressés soit par le Service de la Protection des Végétaux, soit par les Directions de Services Agricoles, soit enfin directement par des particuliers : agriculteurs, arboriculteurs, pépiniéristes, horticulteurs. Les renseignements ainsi amassés, joints aux observations réalisées sur place par le personnel des Stations et à celles qui sont régulièrement fournies par le Service de la Protection des Végétaux constituent une source de documentation précieuse relative au développement des principales maladies des plantes dans notre pays. Il est évident que cette documentation n'est pas complète et peut éventuellement présenter des lacunes sérieuses. Il nous est cependant apparu qu'il pourrait être utile d'en publier sous une forme très condensée, les éléments les plus importants. Cette publication est réalisée cette année à titre d'essai. Si son intérêt se confirme elle sera poursuivie dans les années à venir.

MALADIES CRYPTOGAMIQUES

Phycomycètes :

Aphanomyces euteiches, JONES et DRESCH. **Pois**, « fontes des semis » ubiquiste.
Peronospora aestivalis SYD. **Luzerne**, « Mildiou », centre de la France.
Plasmopara viticola (BERK. et CURT.), BERL. et de TONI., « Mildiou de la Vigne », apparition relativement précoce dans certaines régions, [1]. La forte pluviosité a favorisé son développement dans tout le vignoble français. En Champagne notamment les attaques ont été extrêmement sérieuses. Il en a été de même dans la région Lyonnaise et dans le Bordelais. Le Rot gris est apparu dans le Bordelais dès le mois de juin Le Rot brun a été très développé à partir de la fin du mois de juillet. Enfin il y a eu de nombreuses attaques tardives sur le feuillage. Les sarments ont également beaucoup souffert. Le beau temps de l'arrière-saison a cependant maintenu les pertes au-dessous de ce que l'on pouvait craindre.
[2] * *Phytophthora cactorum* (L. et C.) SCHROET., **Fraisier** pourriture des fruits, région parisienne P. J. QUILLON. *Rhododendron* dessèchement des rameaux, Anjou P. V., P. J. QUILLON.

[1] Le premier foyer a été découvert le 27-4 en Camargue et également fin avril dans quelques rares bas-fonds humides. A partir du 3 mai jusqu'au 26 les apparitions se sont échelonnées selon les régions.
[2] Les espèces précédées d'un astérisque constituent des espèces nouvelles, peu connues ou présentant des particularités intéressantes.

Phytophthora cinnamomi RANDS. **Noyer** « pourriture des racines ». Isère et Dordogne. (1)

Phytophthora Fragariae HICK. **Fraisier**, « Cœur rouge », ubiquiste.

Phytophthora infestans (MONT.) DE BY., **Pomme de terre**, « Mildiou » apparition très précoce (fin avril à Fouessant (Finistère)), importants dégâts sur « *Binjte* » en Bretagne, Nord, Aisne, Bassin parisien. Les variétés relativement résistantes « *Ackersegen* », « *Robusta* », etc... ont été aussi fortement atteintes. A partir du mois de juillet toutes les variétés ont été atteintes dans toutes les régions.

Tomates, les cultures ont été très éprouvées par le Mildiou en arrière saison.

Pythium sp., **Conifères**, « fonte des semis », Toulouse.

Urophlyctis alfalfae (LAGERH.) MAGN., **Luzerne**, Seine-et-Oise.

Ascomycètes :

* *Claviceps purpurea* (FR.) TUL., **Blé**, « ergots ». Auxerre. En relation avec des traitements au 2-4 D (Ester), R. LONGCHAMPS.

Coccomyces hiemalis HIGG. (*Cylindrosporium hiemale* HIGG.) **Cerisier**, « Anthracnose », ubiquiste, parfois grave dans région parisienne, Gard, Rhône.

Didymella applanata (NIESSL.) SACC., **Framboisier**, dégâts appréciables en Bourgogne.

* *Gibberella Fujikuroi* (SAW.) WR. (*Fusarium moniliforme* SCHELD.) **Maïs** sur épis, Landes, Melle M. GAUDINEAU. *Fusarium moniliforme var. minus* WR. *Sanseviera*, P. J. QUILLON.

Gibberella zeae (Schr.) Petit, **Maïs**, Anjou et Landes.

Glomerella cingulata (STON.) SPAULD. ET SCHRENK (*Gloeosporium fructigenum* Berk), **Cerisier**, importantes pertes de fruits dans l'Orléanais et la Marne.

Gnomonia leptostyla (FR.) CES. ET DE NOT. (*Marssonia juglandis* (Lib.) Magn., **Noyer**, « Anthracnose », importants dégâts dans l'Isère et l'Est.

Gnomonia veneta (SACC. ET SPEG.) KLEB., **Platane**, « Anthracnose » ubiquiste, attaques importantes et précoces.

* *Guignardia baccae* (CAVARA) JACZ., **Vigne** « Excoriose », Gard et Hérault, particulièrement sur Aramon et Alicante-Bouschet, Bourgogne, (SOULIÉ) et Nièvre.

* *Keithia tujina Dur.* **Thuya**, mortalité de rameaux. Semble être nouveau en France, Gambais (S. et O.), P. V. et P. J. QUILLON.

Leucostoma cincta (FR.) V. HÖHN, **Prunier**, a provoqué la mort de nombreux arbres dans la région parisienne.

* *Mycosphaerella cerasella* ADERH. (*Cercospora cerasella* Sacc.), **Cerisier**, Basses-Pyrénées, Melle M. GAUDINEAU ; environ de Montpellier, G. VIENNOT-BOURGIN ; région parisienne, P. J. QUILLON ; Gard et Drôme, P. BERNAUX.

Mycosphaerella microsora SYD., **Tilleul**, Somme, feuilles et jeunes rameaux.

Nectria galligena BRES. (*Cylindrocarpon mali* (All.) WR.), **Poirier**, ubiquiste, mais notamment en Bourgogne.

Phacidiella discolor (MONT. ET SACC.) POTEB, **Poirier**, sur rameaux.

Podosphaera leucotricha (ELL. ET EV.) SALM., **Pommier**, « Oïdium », en abondance en Bretagne, Anjou.

(1) Souvent associé avec l'*Armillariella mellea* (Fr.) Karst.

Pseudopeziza Ribis KLEB, **Groseiller**, « Anthracnose », ubiquiste.

Rosellinia necatrix (HART.) BERL., **Pêcher**, « pourridié laineux » région toulousaine. **Jasmin**, Alpes Maritimes (LANSADE).

Sclerotinia fructigena (PERS.) ADERH. et RUHL., **Pommier**, « moniliose », différents types d'attaques, ubiquiste.

Sclerotinia Fuckeliana (DE BARY) FCH. (*Botrytis cinerea* PERS.),
Vigne, « Pourriture grise », s'est largement développée, pertes sérieuses dans le Languedoc.
Poirier, sur rameaux.
Colza, tiges et inflorescences, Eure et Oise notamment.

Sclerotinia laxa (EHRENB.) ADERH ET RUHL. (*Monilia laxa* (ADERH. ET RUHL.)) HONEY, « Moniliose ».
Abricotier, vallée du Rhône.
Amandier, Roussillon.
Cerisier, grave dans région parisienne.
Pêcher, Ardèche, régions méridionales.
Poirier, dégâts sérieux sur fleurs et coursonnes, notamment dans l'Est.
Prunier, sérieuses attaques dans l'Orléanais, Alsace, S-O., Vallée du Rhône, etc...
Pommier, ubiquiste, principalement sur fleurs.

Sclerotinia Linhartiana PRILL. ET DEL. (*Monilia Linhartiana* PRILL. ET DEL.), **Cognassier**, importants dégâts dans la région Lyonnaise (jusqu'à 80 % de fleurs atteintes).

Sclerotinia Trifoliorum ERIKSS., **Trèfle**, Bretagne, Bourgogne, Est, etc..., attaques importantes.

Sphaerotheca pannosa (WALLR.) LEV., « Oïdium », **Pêcher**.

Taphrina pruni (FCK.) TUL., **Prunier**, « maladie des pochettes », surtout en Normandie.

Uncinula necatrix (SCHWEINTZ) BURRIL., **Vigne**, « Oïdium », sérieuses attaques en Bourgogne (sur grappes) et dans le S-O.

* *Venturia chlorospora* (CES.) KARST., **Saule Pleureur**, (*Salix babylonica*), « Tavelure », Rennes.

Venturia inaequalis (COOKE) ADERH. (*Fusicladium dendriticum*), **Pommier**, « Tavelure », ubiquiste, dégâts sévères provoqués par des attaques tardives.

Venturia pirina ADERH. (*Fusicladium pirinum* LIB.), **Poirier**, « Tavelure », ubiquiste, (évolution semblable à la « Tavelure du **Pommier** »).

Basidiomycètes :

Armillariella mellea (FR.) KARST., « Pourridié Agaric », **Noyer** et essences fruitières en général, très répandu.

Corticium Solani (PRILL. ET DEL.) BOURD. ET GALZ. (*Rhizoctonia Solani*, KÜHN), **Pomme de terre**, « Rhizoctone brun », ubiquiste dans les régions de grande culture, notamment en Bretagne sur la variété « Etoile du Léon ». Rencontré également sur différentes plantes où il produit une « fonte des semis ».

Helicobasidium purpureum (TUL.) PAT. (*Rhizoctonia violacea* Tul.), **Betterave**, **Luzerne**, « Rhizoctone violet ».

Phellinus ignarius (L.) PAT., **Vigne**, « Esca », Bourgogne et Gironde.

* *Puccinia Arenariae* (Schum) Wint., **Œillet de Poète** (*Dianthus barbatus*), « Rouille », Versailles très graves attaques, P. J. Quillon.

Puccinia Menthae Pers., **Menthe**, « Rouille », très importantes attaques, région parisienne en particulier.

Puccinia Pruni-Spinosae Pers., « Rouille », **Abricotier**, Sud-Ouest et Vallée du Rhône.

Stereum purpureum Pers. « Plomb », **Pêcher**, région Toulousaine, **Pommier**, Bretagne, région parisienne sur des sujets récemment greffés en hautes tiges. **Prunier**, Bretagne.

Ustilago nuda (Jens.) Rostr., **Orge**, « Charbon nu », très abondant d'une manière générale.

Champignons imparfaits :

Botrytis tulipae (Lib.) Hopk., **Tulipe**, « feu », région parisienne.

Cercospora beticola Sacc., **Betterave**, les foyers de maladie sont apparus le 10 août dans l'Aisne, soit un mois plus tard qu'en 1950. Le même retard a été observé dans les différentes régions betteravières : Nord, Ardennes, Haute-Garonne, région parisienne, etc...

* *Cercospora melonis* Cke., **Melons**, chancres sur tiges, Nantes P. V.

Cladosporium carpophilum Thüm, **Pêchers**, « Tavelure », ubiquiste. **Prunier**, principalement dans l'Est.

* *Colletotrichum* sp., **Orchidées** (*Cattleya*), G. Viennot-Bourgin.

Coryneum Beijerinckii Oud., **Cerisier**, graves attaques, **Amandier** Sud-Ouest et Provence, Vosges, Lyonnais, Roussillon, région parisienne. **Pêcher**, Sud-Ouest, Alsace, attaques graves.

* *Cryptostroma corticale* (Ell. et Ev.) Gregory et Wallers, **Erable Sycomore** (*Acer pseudo-platanus* L.), « maladie de la Suie », parcs parisiens, Cl et M. Moreau [1], P. J. Quillon.

* *Fusarium* sp., *Bilbergia* et *Bromeliacées diverses*, pourriture du collet, régions nantaise, angevine, parisienne et nord. P. J. Quillon et M. Picard, P. V.

Fusarium sp., **Maïs**, flétrissement différentes localités.

Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc., **Conifères**, « fonte de semis », fortes attaques.

Fusarium niveum, Smith, **Melon**, flétrissement, particulièrement grave dans la région nantaise.

Fusarium orthoceras App. et Wr., **Pois**, pourriture du collet grave dans le Nord.

Fusarium Poae (Peck.) Wr., **Maïs**, Landes.

Gloeosporium ampelophagum (de By) Sacc., **Vigne**, « Anthracnose », Gironde notamment sur hybrides.

* *Macrophomina Phaseoli* Maubl., **Maïs**, « pourriture du pied », Landes, Mlle Gaudineau, environs de Montpellier P. Bernaux.

* *Mastigosporium album* Riess, *Alopecurus pratensis*, G. Viennot-Bourgin.

* *Oïdium Begoniae* Putt., *Begonia* et *B. Rex.*, région parisienne, G. Viennot-Bourgin, Massif Central P. V., P. J. Quillon.

Phoma lingam (Tode) Desm., **Colza**, pourriture de la tige, assez généralisée.

* *Septoria Fuschiae* Roum., **Fuschia**, jeunes boutures principalement, P. V., P. J. Quillon.

[1] Cl. et M. Moreau. — *Bull. Soc. Myc. Fr.*, LXVII, 4, 404-418, 1951.

Sphaeropsis pseudo-Diplodia (Fuck.) Del., **Poirier**, chancre des rameaux, ubiquiste.

* *Stagonospora Curtisi* (Berk.) Sacc., **Amaryllis**, G. Viennot-Bourgin.

* *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Mc. Corm., **Haricots**, Rennes P. V. **Violette**, région de Toulouse, pourriture du collet, grave.

* *Verticillium albo-atrum* Reink et Berth., **Rosier**, « Trachéomycose » sur *R. Polyantha*, Anjou ; *R. Canina* (porte-greffe) Orléanais, Nantes. P. V., P. J. Quillon, attaques très importantes.

Maladies Bactériennes :

Agrobacterium tumefaciens (Sm. et Towns), Conn. « Crown-gall » sur différents arbres fruitiers, en pépinière et sur arbres déjà âgés, région parisienne, Gard, Alsace.

* *Erwinia aroidea* (Towns) Hall. **Arum**, région de Paris, Alpes-Maritimes, Anjou, grave.

Pseudomonas marginata (Mc. Coll.) Stapp., **Glaieuls**, « gale » dégâts sérieux dans les centres importants de culture.

Xanthomonas juglandis (Pierce) Ors., **Noyer**, Isère.

Xanthomonas translucens sp. *undulosa* (E. F. Smith, Jones et Reddy) Hojb., **Blé**, « Black-chaff », Beauce, abondant.

MALADIES A VIRUS :

« *Bigarrure jaune de l'oignon* » : Alsace, cultures de porte-graines.

« *Dégénérescence infectieuse* » : **Vigne**, manifestations dans toutes les régions viticoles.

« *Frisolée du Pélargonium* » : ubiquiste.

« *Jaunisse de la Betterave* » : **Betterave**, très développée dans les régions de cultures de porte-graines, apparue dans l'Aisne.

Epinard : région parisienne et Anjou.

« *Jaunisse et Frisée du Fraisier* » ubiquiste, grave.

« *Maladie bronzée* » (*Spotted wilt*) *de la Tomate* ; Monthléry, très répandue.

« *Mosaïque du Chou-Fleur* » généralisée dans beaucoup de régions.

« *Mosaïque du Chrysanthème* » : ubiquiste.

« *Mosaïque du Dahlia* » : et autres maladies à virus, ubiquistes, très graves.

« *Mosaïque du Framboisier* » : un peu partout — assez importante.

« *Mosaïque du Cresson* » : Région parisienne.

« *Mosaïque de la Laitue* » : Roussillon, grave.

« *Panachure de la Tulipe* » : « Breaking », courante partout.

Sur cette même plante il a été observé une maladie nécrotique sur feuilles et tiges probablement provoquée par un virus.

« *Panachure* (*Breaking*) *de la Giroflée* » (*Matthiola*) Hyères (Var).

« *Streak de la Tomate* » Monthléry, dégâts sérieux.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

VAN DER WANT (J. P. H.). — **Some remarks on a soil-borne potato virus.** (Quelques remarques sur un virus de la Pomme de terre se conservant dans le sol.) *Proc. conf. Potato virus diseases, Wageningen, Lisse, 1951*, 71-75, 1952.

L'auteur décrit les principaux symptômes du « *stem mottle* » de la Pomme de terre. Le pourcentage de transmission héréditaire par le tubercule varie de 50 p. cent à 100 p. cent. Le mouvement du virus doit être difficile : l'infection ne se généralise pas, il n'y a pas transmission par greffage de tubercules et la transmission par greffage de tiges ne réussit que rarement. L'inoculation mécanique de variétés sensibles ne donne que des lésions locales, sans expansion de l'infection. Par contre l'inoculation mécanique réussit bien de la Pomme de terre au Tabac (*Rattle disease* du Tabac) ; on observe des nécroses locales suivies d'une infection générale. Il faut cependant une température inférieure à 30°.

La nécrose des tubercules appelée « spraing » est probablement la conséquence d'une maladie voisine du stem mottle. Les bigarures nécrotiques du tubercule y sont plus épaisses et plus foncées. La transmission par tubercules va de 0 p. cent à 30 p. cent. Normalement le feuillage ne présente pas de symptôme, parfois cependant les germes de tubercules gravement atteints se nécrosent gravement et meurent. Le virus se conserve dans le sol. Si l'on plante des tubercules dans un sol infesté, les plantes sont parfois saines, dans d'autres cas elles ne présentent pas non plus de symptômes mais ont ensuite une descendance malade.

Les propriétés physiques du virus ont été étudiées en prenant le Tabac comme plante épreuve. La température d'inactivation se situe entre 75° et 80°. Le virus s'inactive en un mois à la température du laboratoire dans un jus brut. Sous forme purifiée il est encore actif après une conservation de 2 ans 1/2 à 0°-2°. Ce virus est moins stable que celui de la Mosaïque du Tabac. Il doit être mieux protégé dans le sol. Il se maintient peut-être chez un microorganisme. Un autre mode de préservation est possible. Ce virus qui a des particules en bâtonnets de dimensions comparables à celles du virus de la Mosaïque du Tabac ne traverse pas les filtres fins, ses particules étant adsorbées sur la porcelaine. L'auteur a pu montrer qu'il est également adsorbé par des argiles. Le jus infectieux traité par la montmorionite ou l'illite perd son pouvoir infectieux, celui-ci se retrouve dans l'argile remise en suspension. Ce phénomène ne se produit pas avec le virus de la Mosaïque du Tabac.

ENSMINGER et GIESEKING (1942) ont observé que les argiles adsorbent l'albumine et l'hémoglobine et les protègent contre l'hydrolyse par la pepsine et la pancréatine. L'adsorption est peut-être responsable du fait que le virus n'a pas été trouvé dans les sols argileux. Cependant il est possible que la petite

quantité d'argile des sols sablonneux protège le virus et les racines des plantes auraient la propriété de libérer celui-ci de sa liaison avec l'argile. A l'heure actuelle les deux hypothèses : maintien du virus par des microorganismes ou par adsorption sur des argiles méritent d'être envisagées. Les travaux sur ce problème sont poursuivis.

Le virus se rencontre encore chez la Tulipe, les Jacinthes (Malaria), le Narcisse et la Tomate (sans symptôme sur ces deux plantes). VAN SLOGTEREN signale dans la discussion que la malaria des Jacinthes apparaît dans des terrains nouvellement utilisés pour cette spéculation (défriches de prairies, landes incultes). On rencontre cette maladie sur des sols absolument dépourvus d'argile et également, signale Melle WESTERDIJK, sur des sols argileux. On signale également au cours de la discussion le développement de « spraing » dans des champs n'ayant pas reçu de Pommes de terre depuis un siècle et de stem mottle dans des terrains où cette plante n'avait pas été cultivée depuis 50 ans. (La semence ne pouvait être imputée dans les cas cités.) KOHLER signale que l'Eisigfleckigkeit des auteurs allemands n'est pas identique au spraing et doit être rapporté à des troubles physiologiques.

VOLKE (J.), BODE (O.) et HANSCHILD (I.). — **Untersuchungen zur Frage eines Zusammenhanges zwischen Düngung, Blattlausbesatz und Krankheitsausbreitung in Kartoffelbestanden** 1) **Mitteilung.** (Recherches sur les relations existant entre la fumure, le comportement des pucerons et l'expansion de la maladie, chez la Pomme de terre, 1re partie.) *Zeitr. für. Pflanzenkrank.* LIX, 3/4, 97-110, 1952.

La sensibilité des Pommes de terre au virus de l'Enroulement est augmentée par l'usage d'engrais à base de chlorure de potassium. Il semble s'agir d'une augmentation de la sensibilité intrinsèque des plantes : d'une parcelle à l'autre il n'y a pas de variation significative du nombre de Pucerons et rien ne porte à croire que les individus ailés manifestent une préférence pour les plantes ayant reçu le chlorure de potassium : le nombre de nymphes déposées par les ailés n'est pas plus élevé sur ces dernières. Il reste à savoir si l'accroissement de la sensibilité des plantes intervient sur le processus d'infection lui-même ou sur la propagation et la mobilité du virus. Il n'a pas été possible de confirmer les conclusions de HOFFERBERT et ORTH d'après lesquelles les pucerons préféreraient les feuilles traitées par le chlorure de potassium.

P. L.

WILKINSON (R. E.). — **Woody plant hosts of the Tobacco Ring-spot virus.** (Plantes hôtes ligneuses du virus du Ring-spot du Tabac.) *Phytopatho.* XLII, 9, 478, 1952.

Le virus a été inoculé à des plantes ligneuses. L'ombrage préinoculatoire et les hautes températures après l'inoculation favorisent l'inoculation de certaines espèces. Après la période de repos hivernal on pouvait mettre en évidence la présence du virus dans les bourgeons par inoculation du Tabac. En général les symptômes produits par la souche type sont : Mosaïque et Rabougrissement chez *Prunus avium* et *Ulmus americana*, Mosaïque et rétrécissement de la feuille chez *Acer negundo* et *Fraxinus pensylvanica*, ring-spots et lignes sinueuses chez *Sambuchus canadensis*, Mosaïque légère chez *Hibiscus syriacus* et *Acer ginnala*. Le *Prunus avium* et l'*Acer negundo* tendent à présenter une guérison clinique et éventuellement à produire des feuilles saines.

Les autres espèces paraissent subsister en état d'infection générale lorsque le virus a envahi les zones de croissance. Le virus du Ring-spot du Tabac a été isolé dans la nature de feuilles de *Sambucus canadensis* infectés naturellement et présentant des Ring-spots et lignes sinueuses. Ces symptômes sont fréquents dans la nature sur cette espèce. P. L.

Van Raalte (M. H.) et Van der Want (J. P. H.). — **Effect of amino-acids on the number of lesions produced in leaves of Nicotiana glutinosa after inoculations with Tobacco mosaic virus.** (Effet de certains amino-acides sur le nombre de lésions produit sur des feuilles de *Nicotiana glutinosa* antérieurement inoculées par le virus de la Mosaïque du Tabac.) *Proc. conf. Potato virus diseases. Wageningen, Lisse*, 1951, 66-70, 1952.

Gendron a montré que le lait de Coco contient un facteur qui inhibe la multiplication du virus de la Mosaïque du Tabac et du virus X de la Pomme de terre dans les feuilles du Tabac. Cette substance a été introduite dans les travaux de physiologie par Van Overbeek, Conklin et Blakeslee pour la culture *in vitro* d'embryons de *Datura* (1942). A l'inverse des auxines qui ne font qu'accélérer la croissance, l'agent du lait de Coco est en même temps un agent de différenciation. Dans le cas de l'infection par un virus il ramènerait le métabolisme cellulaire à la normale. Caplin et Steward admettent que le lait de Coco stimule la synthèse des protéines. Sanders et Burkholder ont pu obtenir sur des embryons de Datura une grande partie des effets du lait de Coco en remplaçant celui-ci par un mélange d'amino-acides.

Les auteurs ont éprouvé, dans le même esprit, l'action des amino-acides sur la synthèse du virus. L'histidine et la méthionine inhibent la formation des lésions locales du virus de la Mosaïque du Tabac sur les feuilles de *N. glutinosa* (flottage sur une solution, inoculation après 12 à 24 h de contact). L'acide aspartique ne provoque pas de modification significative. L'arginine et la phénylalanine ont probablement une réaction réelle bien que plus faible.

Les auteurs avaient supposé que l'inhibition était due à une compétition entre le virus et la protéïne normale pour les amino-acides qu'ils ont en commun. Cette hypothèse doit être rejetée. Il reste bien cependant qu'il est possible que des amino-acides soient responsables de l'action inhibitrice du lait ds Coco. Ces amino-acides sont sans action *in vitro*. Les amino-acides sont toxiques dans certaines conditions. Peut-être l'inhibition observée ici est-elle due à une inhibition générale du métabolisme de la plante.

P. L.

Davis (David). — **Chemotherapy of Tobacco mosaic virus.** (Chimiothérapie de la Mosaïque du Tabac.) *Phytopatho*, XLII, 9, 465, 1952.

Ls 4 chloro 3,5 diméthyl-phenoxyéthanol (1.182) engendre chez la Tomate la résistance au flétrissement fusarien en modifiant le métabolisme de l'Azote. L'auteur a recherché si le 1182 ne pouvait pas agir également sur la résistance au virus de la Mosaïque du Tabac (TMV). La résistance du *Nicotiana glutinosa* au TMV est augmentée de façon significative par 10 applications quotidiennes de 50 ml de 1182 à 16 p. p. m., le nombre de lésions locales par unité de surface étant ramené au 1/3 de celui des témoins. Cette modification de sensibilité est indépendante de l'âge des feuilles et de la concentration en virus de l'inoculum. Le 1182 n'inactive pas le virus *in vitro* et doit donc intervenir par son action sur le métabolisme de l'hôte. P. L.

HEINZE (K.). — **Virusübertragungsversuche mit Blattlausen auf Dahlien, Gurken, Zwiebeln, Wasserrüben und einigen anderen Pflanzen.** (Essais de transmission de certains virus à l'aide de pucerons sur des Dahlias, Concombres, Oignons, Navets et d'autres plantes.) *Z. Pflkrankh.*, LIX, 1-2, 3-13, 1952.

Les vecteurs de virus doivent être divisés en deux catégories au point de vue de leur importance phytopathologique : *vecteurs normaux* et *vecteurs occasionnels*, ces derniers n'ayant pas de relations étroites avec la plante-hôte tandis que les premiers y forment des colonies.

L'auteur a mis en évidence la transmission de la Mosaïque du Dahlia par *Brachycaudus helichrysi* (*Anuraphis padi*), *Pergandeida cytisorum*, *Myzus ornatus*, *Rhopalomyzus ascalonicus*, *Myzodes* (*Myzus*) *ligustri* et *Cryptomyzus ribis* ; la Mosaïque du Concombre est transmise au Concombre par le *Rhopalosiphum nymphaeae*, le *Doralina mordwilkiana*, le *M. ligustri* et le *Delphiniobium junackianum*, elle est transmise en outre au Souci par le *Pharalis tanaceti* ; le yellow dwarf de l'Oignon est transmis à l'Oignon par le *Rhopalomyzus ascalonicus*, le *Neomyzus circumflexus*, le *Dysaulacorthum pseudosolani* et le *D. vincae* ; la Moaïque du Navet est transmise au Navet par le *Rhopalosiphum nymphaeae*, le *Doralina transiens*, le *C. ribis*, l'*Acyrthosiphum onobrychis*, le *Rhopalomyzus ascalonicus* et le *N. circumflexus* ; l'Enroulement de la Pomme de terre est transmis au *Physalis floridana* par le *R. ascalonicus* ; la Mosaïque jaune du Haricot est transmise à cette plante par le *Pergandeida craccae* ; un virus apparemment identique à la Mosaïque du Chou-fleur est transmis à cette plante par le *Macrosiphum onobrychis* ; une Mosaïque du Pavot qui se développe tous les ans à Dahlem est transmise par le *Doralis fabae* et le *Myzus persicae* ; enfin une « net mosaic » de la Dauphinelle est transmise par *Delphinobium junackianum*. P. L.

FULTON (R. W.). — **Mechanical transmission and properties of Rose mosaic virus.** (Transmission mécanique et propriétés du virus de la Mosaïque du Rosier.) *Phytopatho.*, XLII, 8, 413-416, 1952.

Le virus de la Mosaïque du Rosier a été transmis à partir de la *Rosa setigera* au Concombre et au *Vigna sinensis*. A partir de cette dernière plante on a pu le transmettre à 25 plantes appartenant à 7 familles. Il n'a pas été transmis par les Cuscutes et les pucerons. Des lésions locales ont été obtenues sur le *Cyamopsis Tetragonolobus* L. (Taul) (Légumineuse). Le jus de *Vigna sinensis* n'était infectieux que dilué avec une solution tampon à pH voisin de 7 (broyage dans la solution tampon). Le jus brut dilué après extraction reste inactif. Il y aurait donc un inhibiteur à action irréversible. Les extraits s'inactivent en 1 heure. Des agents réducteurs (chlorure de cystéine, sulfite de sodium) prolongent leur activité (jusqu'à 6 h.). La présence d'ions bivalents dans les jus annihile ou réduit le pouvoir infectieux. La température d'inactivation est 54° dans les extraits de *V. sinensis*. A l'inverse du virus du spotted wilt de la Tomate et du virus du yellow dwarf de la Pomme de terre, ce virus n'est pas préservé par dessication sous vide partiel à 1°. L'addition de 2,5 à 10 p. cent d'un extrait de feuille saine de Rosier au jus infectieux de *Vigna sinensis* inactive la majeure partie du virus. Cette étude montre que dès que l'on arrive à faire passer un virus de Rosacée sur des plantes sans tannin on peut espérer réaliser une étude approfondie de ses propriétés.

P. L.

BRIERLEY (P.). — **Value of index plants for detecting Dahlia viruses.** (Valeur des plantes index pour la détection des virus du Dahlia). *Plant. dis. rep.*, XXXV, 9, 405-407, 1951.

L'auteur a tenté de rechercher si le *Zinnia elegans* (var. goldengem Miogot) et le *Verbesina encelioides* pouvaient être utilisés comme hôtes différentiels du virus de la Mosaïque du Dahlia. Des Tabacs (var. *Samsun*) étaient utilisés pour la détection du virus de la Mosaïque du Concombre. En même temps on notait les symptômes des Dahlias testés. Chez le *Verbesina* le virus de la Mosaïque du Dahlia provoque un vein clearing apparaissant au bout de 10 jours suivi d'une Mosaïque et de déformations des feuilles. Cette plante présente des symptômes plus légers avec le virus de la Mosaïque du Concombre (lésions primaires décolorées puis Mosaïque légère). Sur *Zinnia* le virus de la Mosaïque du Dahlia produit un rabougrissement avec enroulement des feuilles vers le bas et le virus de la Mosaïque du Concombre de légères déformations foliaires accompagnées de vein clearing, d'ailleurs transitoires.

Deux séries d'essais ont été réalisées sur 18 variétés, l'une le 2 mars, l'autre le 17 avril. Dans la première série les trois plantes réagirent nettement, le *Zinnia* et le *Verbesina* s'étant montrés également sensibles au virus de la Mosaïque du Dahlia. Le 6 avril, un mois après cet indexage, tous les Zinnias ont été inoculés avec la souche de PRICE du virus de la Mosaïque du Concombre. Tous développèrent des lésions nécrotiques primaires à l'exception de ceux déjà infectés par le virus de la Mosaïque du Concombre.

Dans la deuxième série la coloration brune attribuée aux tannins par CORNUET et collaborateurs, était plus importante et la réponse du *Zinnia* était mauvaise tandis que le *Verbesina* et le Tabac répondaient aussi bien que dans le premier test. On a isolé de la var. *Jersey-Beauty* qui ne présentait pas de symptômes au début de son développement et avait donné des tests négatifs dans la première série, une souche de la Mosaïque du Dahlia (forme peu virulente). Deux autres souches peu virulentes ont été isolées l'une de *King David* et l'autre de *Discardy*. L'indexage n'a d'ailleurs apporté qu'une confirmation du diagnostic visuel par les symptômes, ceux-ci ayant toujours été visibles sur les plantes qui se sont révélées infectées par le virus de la Mosaïque du Dahlia. Il n'y avait pas de virus du spotted wilt sur le lot éprouvé.

Le virus de la Mosaïque du Concombre était présent sur 3 variétés. Il est possible qu'un certain nombre de Dahlias miniature soient immuns à ce virus. C'est le cas d'un clone provenant d'hybrides d'*Unwin*. Les Dahlias à grandes fleurs, infectés par le virus de la Mosaïque du Concombre présentent une légère Mosaïque avec des déformations foliaires faibles ou nulles. Chez la var. *Ogden Reed* il y avait une légère panachure des fleurs (*break*). Ce virus ne paraît pas grave pour le Dahlia. Il semble passer en général inaperçu dans les collections de même que les souches faibles de virus de la Mosaïque du Dahlia qui n'empêchent pas une croissance vigoureuse. Le « mild vein mosaic virus » qui est probablement une souche du virus de la Mosaïque du Dahlia a été isolé de deux variétés *King-David* et *Discardy* et était apparent sur *Edgar Guest* et *Glory* d'où on ne l'a pas encore isolé. Les symptômes sont caractérisés par un léger vein-banding sur les jeunes feuilles. Ils apparaissaient tôt sauf chez *Edgar Guest* (au bout de 5 mois). L'inoculation du *Verbesina* est difficile (léger vein-banding).

TABLE DES MATIÈRES

I. — MÉMOIRES ORIGINAUX

Barthelet (J.). — Le Mildiou de l'Œillet *Peronospora dianthicola* nov. sp. 173
Boubals (D.) et **Vergnes (A.).** — Essais de fongicides organiques dans la lutte contre le Mildiou de la vigne 209
Busnel (Mme M. C.). — Contribution à l'étude des émissions acoustiques des orthoptères. 1er Mémoire. — Recherches sur les spectres de fréquence et sur les intensités 333
Chancogne (Mlle M.), Grison (P.) et **Viel (G.).** — Étude des actions ovicides. V. Détermination au verger de l'action ovicide des produits pour traitement d'hiver des arbres fruitiers..... 467
Delmas (H. G.). — L'Oïdium de l'Abricotier en Roussillon 59
Gaudineau (Mlle M.) et **Messiaen (C. M.).** — Mildiou de la vigne et nouveaux produits de lutte 185
Giban (J.). — Toxicité d'ingestion du chlorure mercurique et de deux produits fongicides à base de méthoxyéthylmercure..... 1
Giban (J.). — Toxicité comparée des sels de sodium, baryum et calcium du dinitroorthocrésol à l'égard du Rat blanc et du Vairon 13
Hascoët (M.). — Etude sur les traitements aériens par poudrage. II. Traitements contre le Méligèthe du Colza..... 307
Nepveu (P.). — Observations sur la morphologie et la biologie des sésamies du Maïs et du Sorgho en France..... 445
Ozer (Mustapha). — Contribution à l'étude biologique de la Teigne des farines. Comportement de ponte et comportement alimentaire des chenilles 479
Raucourt (M.), Viel (G.) et **Chancogne (Mlle M.).** — Etude des actions ovicides. IV. Toxicité des huiles et de diverses substances employées au laboratoire dans des conditions différentes..... 459
Raucourt (M.), Viel (G.) et **Chevrel (J.).** — Étude sur les traitements aériens par poudrage. I. Etude de la répartition des poudres . 227
Robert (P.). — L'évolution d'une population de Hannetons communs (*Melolontha melolontha* L.) dans un foyer simple à Rouffach (Haut-Rhin) 257
Vago (C.). — La polyedrie de *Thaumetopoea Pityocampa*..... 319
Vasseur (R.) et **Benassy (C.).** — Sur la faune parasitaire du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst) dans la région lyonnaise et ses relations avec les conditions climatiques 283
Vasseur (R.) et **Bianchi (H.).** — Sur l'efficacité de produits insecticides divers utilisés contre les Cochenilles diaspines des arbres fruitiers en traitements d'hiver 45
Vasseur (R.) et **Schvester (D.).** — Procédés de lutte contre le Xylébore disparate, *Xyleborus dispar* F. Col. Scolytidae 167

Viennot-Bourgin (G.). — Un parasite nouveau de l'Oignon en France : *Botytris squamosa* WALKER et sa forme parfaite, *Botryotinia squamosa* SP. NOV 23

II. — NOTES PHYTOSANITAIRES

Hoffmann (A.). — Répertoire analytique des espèces animales nuisibles aux cultures en France (métropole et départements d'Outre-Mer) ayant présenté d'intéressantes particularités en 1952 423
Ponchet (J.). — Rapport de la mission d'études sur les maladies des céréales aux États-Unis effectuée en 1951 91
Station Centrale de Pathologie Végétale. — Évolution des maladies des plantes en 1951 511

III. — DOCUMENTATION

1. Pathologie Végétale.

A. (F. W.). — Diagnostic de la Mosaïque du Chrysanthème 153
Ames (R. W.) et **Thornberry (H. H.).** — Le virus de la Mosaïque de l'Œillet : propriétés et microscopie électronique 153
Andrewes (C. H.). — Classification et nomenclature des virus..... 437
Baker (R. R.) et **Thomas (D. D.).** — Transmission par les racines du virus de la Mosaïque de l'Œillet 154
Bawden (F. C.), Chaudhuri (R. P.) et **Kassanis (B.).** — Certaines propriétés du virus de la Mosaïque de la Fève 146
Bawden (F. C.) et **Kassanis (B.).** — Sur le cas de souches du virus Y dépourvues d'actions antagonistes mutuelles chez les plantes ... 137
Bawden (F. C.) et **Pirie (N. W.).** — Physiologie des maladies à virus. 435
Beemster (A. B. R.) et **Van Der Want (J. P. H.).** — Recherches sérologiques sur les Phaseolus virus 1 et 2 148
Bernaux (P.). — Contribution à l'étude de la Pathologie Végétale méditerranéenne 291
Black (L. M.) et **Brakke (M. K.).** — Multiplication du virus des tumeurs de blessure chez un insecte vecteur..... 122
Brakke (M. K.), Black (L. M.) et **Wyckoff (R. W. C.).** — Le taux de sédimentation du virus du « Yellow-dwarf » de la Pomme de terre 138
Braun (A. C.). — Affranchissement de certaines cellules tumorales par rapport au principe générateur des tumeurs de Crown gall..... 134
Brierley (P.). — Preuve de l'importance des virus de la Mosaïque du Concombre et du Ring-spot du Tabac chez le Glaïeul..... 297
Brierley (P.). — Sur la tolérance exceptionnelle à la chaleur et quelques autres propriétés des virus du stunt des Chrysanthèmes 305
Brierley (P.). — Valeur des plantes index pour la détection des virus du Dahlia 521
Brierley (P.), Parker (M. W.) et **Borthwick (H. A.).** — Une lumière artificielle de forte intensité améliore, en hiver, l'extériorisation des symptômes du « stunt » sur les Chrysanthèmes de la variété Mistletoë 152
Broadbent (L.). — La transmission des virus de la Pomme de terre par les pucerons et leur expansion au champ 139

Broadbent (**L.**), **Gregory** (**P. H.**) et **Tinsley** (**T. W.**). — L'influence de la date de plantation et de la fumure sur l'incidence des maladies à virus dans les cultures de Pommes de terre 298
Broadbent (**L.**) et **Tinsley** (**T. X.**). — L'expansion au champ de la Mosaïque de la Laitue 150
Brock (**R. D.**). — L'utilisation du phosphate trisodique comme agent inactivateur du virus des plantes 440
Cadman (**C. H.**). — Travaux sur les maladies à virus des *Rubus*. IV. Les jaunisses des Framboisiers 303
Caldwell (**J.**). — Certains effets d'un virus de plante sur la division du noyau 124
Chamberlain (**E. E.**) et **Fry** (**P. R.**). — Influence du mode d'extraction des graines de Tomate sur la transmission par la graine de la Mosaïque et du streak de la Tomate 146
Commoner (**B.**) et **Merces** (**F.**). — Inhibition de la biosynthèse du virus de la Mosaïque du Tabac par le thiouracyle 300
Coons (**G. H.**). — Le virus de la jaunisse de la Betterave aux Etats-Unis 443
Costa (**A. S.**). — Concentration du virus du streak du Tabac brésilien chez les plantes infectées 130
Cremer (**M. C.**). — La préparation d'immunsérums actifs sur le virus Y de la Pomme de terre 441
Darby (**J. F.**), **Larson** (**R. H.**) et **Walker** (**J. C.**). — Variations de virulence et propriétés du virus Y de la Pomme de terre 142
Darby (**J. F.**), **Larson** (**R. H.**) et **Walker** (**J. C.**). — Variation dans la virulence et les propriétés des isolats du virus Y de la Pomme de terre 297
Davis (**David**). — Chimiothérapie de la Mosaïque du Tabac 519
De Bruyn Ouboter (**M. P.**). — Un nouveau virus de la Pomme de terre. 140
De Bruyn Ouboter (**M. P.**), **Beijer** (**J. J.**) et **Van Slogteren** (**E.**). — Diagnose des maladies des plantes au microscope électronique 294
Dicker (**G. H. L.**). — La biologie du Puceron du Fraisier, *Pentatrichopus fragaefolii* Cock avec une étude spéciale de la forme ailée 151
Forster (**R.**). — Inactivation du virus de la Mosaïque commune du Tabac par un filtrat de culture de *Trichoderma* sp 300
Freitag (**J. H.**). — Le spectre biologique du virus de la maladie de Pierce de la vigne, déterminé par transmission à l'aide des insectes vecteurs 149
Freitag (**J. H.**), **Frazier** (**N. W.**) et **Flock** (**R. A.**). — Six nouvelles espèces de Cicadelles vectrices du virus de la maladie de Pierce ... 296
Fulton (**R. W.**). — Transmission mécanique et propriétés du virus de la Mosaïque du Rosier 520
Grognan (**R. G.**), **Welch** (**J. E.**) et **Roy Bardin.** — La Mosaïque commune de la Laitue et la lutte contre cette maladie par l'usage de semence indemne de virus 302
Hansen (**S. E.**). — Recherches sur le virus X de la Pomme de terre 140
Hartman (**R. T.**) et **Price** (**W. C.**). — Effet synergique de substances de croissance et du virus de la « Southern bean mosaïc » 126
Heinze (**K.**). — Essais de transmission de certains virus à l'aide de Pucerons sur les Dahlias, Concombres, Oignons, Navets et d'autres plantes 520

Hutton (**E. M.**) et **Peak** (**J. W.**). — Quelques souches du virus X de la Pomme de terre et leurs mutations spontanées..... 141
Johnson (**J.**). — Mutation du virus de la Mosaïque du Tabac 136
Kassanis (**B.**). — Certains effets des températures élevées sur la sensibilité des plantes à l'infection par les virus 125
Kassanis (**B.**). — Certains facteurs agissant sur la transmission du virus de l'Enroulement (de la Pomme de terre) par les Pucerons. 136
Ken Knight (**G.**). — Le test à l'acide pour la détection de la « phony disease » du Pêcher 152
Kirkpatrick (**H. C.**) et **Ross** (**A. Frank**). — Transmission, par les Pucerons, du virus de l'Enroulement de la Pomme de terre à d'autres Solanées. 298
Klinkowski (**M.**). — L'effet du virus X sur la récolte des variétés de Pommes de terre Ackersegen et Voran..... 299
Knight (**C. A.**). — Les acides nucléiques de certaines souches du virus de la Mosaïque du Tabac..... 133
Kohler (**E.**). — Sur la détection des virus de la Pomme de terre à l'aide des plantes tests..... 141
Kommedahl (**T.**), **Christensen** (**J. J.**) et **Schwinghamer** (**E.**). — Prédominance du *Colletotrichum linicolum* sur les semences de lin et dans l'infection des plantules des variétés de Lin 291
Leben (**C.**) et **Fulton** (**R. W.**). — Effet de certains antibiotiques sur la production de lésions par deux virus des plantes 293
Lihnell (**D.**). — Certaines plantes hôtes du virus I du Concombre en Suède..... 302
Lindner (**R. C.**) et **Kirkpatrick** (**H. C.**). — L'utilisation des spectres d'absorption dans l'ultraviolet pour le diagnostic des maladies à virus des plantes..... 439
Littau (**V. C.**) et **Black** (**L. L.**). — Sur la présence d'inclusions sphériques dans des tumeurs végétales provoquées par un virus 126
Matthews (**R. E. F.**). — Effet des purines sur la multiplication des virus des plantes..... 127
Miller (**P. W.**). — Rôle de certains Fraisiers sauvages comme source de virus pour l'infection des Fraisiers..... 151
Moorhead, Ellen (**L.**) et **Price** (**W. C.**). — Un nouveau test sérologique du virus de la Mosaïque du Tabac 131
Mulder (**D.**). — L' « Eckelrader » maladie à virus des Cerisiers doux. 304
Newton (**N.**). — Certains effets des fortes intensités d'ultrasons sur le virus de la Mosaïque du Tabac 135
Nichols (**C. W.**). — L'effet retardateur de certaines hormones végétales sur le développement des symptômes de la Mosaïque du Tabac. 300
Oswald (**J. W.**) et **Horeston** (**B. R.**). — Une nouvelle maladie à virus des Céréales transmissible par des Pucerons 150
Pavillard (**J.**). — Recherches sur la croissance des plantes virosées. — II. Influence des facteurs d'environnement..... 295
Pen Ching Cheo et **Pound** (**G. S.**). — Relation entre la température de l'air, la température du sol, la photopériode et l'intensité lumineuse d'une part et la concentration du virus I du Concombre chez l'Epinard d'autre part 144
Posnette (**A. F.**). — Des virus, des virus partout !..... 297
Posnette (**A. F.**). — De nouveaux vecteurs des maladies à virus du Fraisier..... 444

Pound (**G. S.**) et **Pen Ching Cheo.** — Etude de la résistance de l'Epinard au virus I du Concombre 143
Prentice (**I. W.**). — Analyse des complexes de virus du Fraisier. VI. Expériences avec les virus 4 et 5 303
Price (**W. C.**) et **Fenne** (**S. B.**). — La rosette de la Tomate, grave maladie à virus provoquée par une souche du virus de la Mosaïque du Tabac 301
Quantz (**L.**). — Recherches sur le Pea virus I (virus de la Mosaïque enation). I. Ses hôtes, sa dissémination et son hibernation..... 151
Raychauduri (**S. P.**). — Travaux sur le brunissement interne de la Tomate..... 302
Raychauduri (**S. P.**). — Une Mosaïque de l'Aubergine (*Solanum melongena* L.) 443
Roberts (**D. A.**). — Sur le mouvement propre des virus transmissibles par la sève..... 123
Rodenhiser (**H. A.**). — Spécialisation physiologique et mutation du *Phlyctoena linicola* (Speg.) 292
Roland (**G.**). — Identification des virus de la Pomme de terre..... 442
Roland (**G.**). — Etude virologique sur la Pomme de terre (Recherches symptomatologiques et histopathologiques 442
Roland (**G.**). — Sur une Mosaïque de *Rumex obtusifolius*..... 444
Ross (**A. F.**), **Rochow** (**W. F.**) et **Siegel** (**B. M.**). — Concentrations élevées en virus X observées chez des plantes infectées à la fois par ce virus et par le virus Y 137
Sackston (**W. E.**). — Influence de la maladie du Pasmo sur le rendement en graines et sur le poids de mille graines de lin 292
Segrétain (**G.**). — Action du lait de Coco et de l'acide naphtalène acétique sur la multiplication d'un virus en culture de tissus 295
Sill (**W. H.**), **Burger** (**W. C.**), **Stahmann** (**M. A.**) et **Walker** (**J. C.**). — Etude du virus I du Concombre à l'aide du microscope électronique. 301
Sill (**W. H. Jr.**) et **Walker** (**J. C.**). — Sur la présence d'un inhibiteur de virus chez le Concombre et ses relations avec la résistance à la Mosaïque..... 144
Singer (**S. J.**), **Bald** (**J. G.**), **Wildman** (**S. G.**) et **Owen** (**R. D.**). — Détection et isolement, à l'aide de l'électrophorèse de souches du virus de la Mosaïque du Tabac existant dans la nature 135
Slagle (**C. W.**), **Sylvia Wolcyrz** et **Price** (**W. C.**). — Inhibition de l'infection par des virus chez les plantes, sous l'action de substances de croissance produites par des *Neurospora*..... 130
Smith (**K. M.**). — Certaines plantes de jardins sensibles à l'infection du virus de la Mosaïque du Concombre 154
Sprau (**F.**). — Sur la présence d'une nouvelle maladie à virus — Zeigstrauchvirose — chez les Pommes de terre 299
Sprau (**F.**). — Sur le problème de la transmission, par la graine, du virus Y de la Pomme de terre..... 299
Steere Russell (**L.**). — Courbes de croissance d'un virus obtenues par numération des particules dans un jus de plante préalablement clarifié 132
Steere Russell (**L.**) et **Robley** (**C.**) **Williams.** — Composition d'inclusions cristallines dues à l'infection du virus de la Mosaïque du Tabac 131

Takahashi (**W. N.**). — Virus en bâtonnet associé à la Mosaïque du Radis 303
Thompkins (**C. M.**) et **Séverin** (**H. H. P.**). — Le « Spotted wilt » des Callas blancs, jaunes et roses 146
Thung (**T. H.**) — Le pouvoir infectieux des virus 127
Thung (**T. H.**). — Observations sur la maladie du « stunt » des Rubus sur les Framboisiers et les Ronces sauvages 444
Thung (**T. H.**) et **Hadwiidjaja.** — Les substances de croissance en relation avec les maladies à virus ; expériences avec l'*Arachis-hypogea.* 148
Thung (**T. H.**) et **Van Der Want** (**J. P. H.**). — Virus et tannins..... 294
Valleau (**W. D.**). — L'évolution de la sensibilité des *Nicotiana* au virus de la Mosaïque du Tabac et l'origine de ce virus 129
Van Der Want (**J. P. H.**). — Réactions de certaines espèces de *Nicotiana* au virus du « Tobacco rattle »..... 133
Van Der Want (**J. P. H.**). — Quelques remarques sur un virus de la Pomme de terre se conservant dans le sol 517
Van Raalte (**M. H.**) et **Van Der Want** (**J. P. H.**). — Effet de certains amino-acides sur le nombre des lésions produit sur des feuilles de *Nicotiana glutinosa* antérieurement inoculées par le virus de la Mosaïque du Tabac..... 519
Van Slogteren (**D. H. M.**). — La préparation d'antisérums contre le virus de la Mosaïque de l'Œillet 440
Volke (**J.**), **Bode** (**O.**) et **Hanschild** (**I.**). — Recherches sur les relations existant entre la fumure, le comportement des pucerons et l'expansion de la maladie, chez la Pomme de terre. 1re partie..... 518
Vuittenez (**A.**). — Transmission par double greffage d'une panachure infectieuse de la vigne 303
Vuittenez (**A.**). — Sur la présence de cordons endovasculaires chez des Vignes atteintes de panachure et leur apparition dans des boutures inoculées par greffage 303
Walters (**H. J.**). — Sur les relations de trois virus de plantes avec la Sauterelle *Melanoplus differentialis*..... 295
Watson (**M. A.**), **Hull** (**R.**), **Blencowe** (**J. W.**) et **Hamlyn** (**B. M. G.**). — L'expansion de la jaunisse et de la Mosaïque de la Betterave dans les cultures de Betteraves sucrières. I) Observations au champ sur les maladies à virus de la Betterave et leurs vecteurs *Myzus persicae* Sulz et *Aphis fabae* Koch..... 150
Weaver (**E. P.**) et **Price** (**W. C.**). — Différenciation de souches du virus de la Mosaïque de Tabac par fixation du complément..... 133
Weintraub (**M.**), **Gilpatrick** (**J. D.**) et **Willison** (**R. S.**). — L'effet de certaines substances solubles dans l'eau sur l'infection par le virus. 123
Wilkinson (**R. E.**). — Plantes hôtes ligneuses du virus du Ring-spot du Tabac 518
Wilkinson (**R. E.**) et **Hirsch** (**Ursula**). — Hôtes à lésions locales utilisables pour l'étude du virus de la Mosaïque de la Laitue..... 302
Willison (**R. S.**). — L'effet de certains virus des arbres fruitiers sur le Concombre..... 145
Yarwood (**C. E.**). — L'effet du phosphate dans l'infection par les virus. 121
Yarwood (**C. E.**). — Associations d'infections par les Rouilles et les virus 128
Yarwood (**C. E.**). — Période de latence et temps de génération du virus de la Mosaïque du Tabac 132

Yarwood (**C. E.**). — Action néfaste de l'eau dans l'inoculation des virus des plantes 134

2. — Zoologie agricole.

Anonyme. — Expérience d'éradication de rats 158
Baldwin (**P. H.**), **Schwartz** (**C. W.**) et **Reeder Schwartz** (**E. R.**). — Biologie et rôle économique de la Mangouste aux îles Hawaï 158
Barnett (**S. A.**) et **Spencer** (**M. M.**). — Recherche de la nourriture, comportement social et compétition interspécifique chez les Rats sauvages. 154
Drost (**R.**) et **Schuz** (**E.**). — L'Hirondelle des cheminées en Afrique 161
Eadie (**W. R.**). — L'action prédatrice des Musaraignes et les populations de Campagnols en un lieu déterminé..... 157
Eng (**R. L.**). — Deux étés d'étude de l'action sur les populations d'oiseaux des traitements antiacridiens à l'aide d'appâts au chlordane et de pulvérisations à l'Aldrine 163
Frank (**F.**). — Lutte contre les petits rongeurs des champs et essai de divers grains empoisonnés 159
Frings (**H.**) et **Boyd** (**W. A.**). — Mise en évidence d'une discrimination olfactive par le Colin de Virginie 162
G... (**P.**). — Documents sur le Faucon crécerelle 162
Gerber (**R.**). — Les oiseaux destructeurs de Pucerons 163
Girard et **Chavanne.** — Lutte contre les rongeurs. Emploi de produits nouveaux 159
Glass (**B. P.**). — Facteurs influençant la survie du Rat musqué dans l'Oklahoma 155
Gunderson (**H.**). — Comment les entrepôts de Sioux City se sont débarrassés de leurs rats 158
Hanson (**W. R.**). — Effets biotiques de quelques desherbants et insecticides dans les marais du Dakota septentrional 164
Henning (**W. L.**). — Méthode pour conserver la Taupe en captivité 156
Henning (**W. L.**). — Études sur la lutte contre la Scalope aquatique..... 160
Hilbrich (**P.**). — Action du E. 605 et du Selinon sur la volaille ... 163
Howard (**W. E.**) et **Hjersman** (**H. A.**). — Inocuité à l'égard des arbres de deux ans, des bouillies répulsives utilisées contre les cerfs.... 161
Ingles (**L. G.**). — Écologie du Rat à bajoues des montagnes..... 156
Llewellyn (**L. M.**) et **Uhler** (**F. M.**). — Régime alimentaire des animaux à fourrure du Patuxent research refuge (Maryland) 158
Loclkey (**R. M.**). — Le problème de la lutte contre le Lapin 161
Matousek (**B.**). — Contribution à l'étude de la biologie du Guêpier (*Merops apiaster*) en Slovaquie..... 162
Mosansky (**A.**). — Nidification du Freux (*Corvus frugilegus*) sur des édifices 161
Nelis (**P.**), **Lafontaine** (**A.**), **Cleempoel** (**S.**), **Van den Bruel** (**W. E.**) et **Moens** (**R.**). — Essais de destruction des Rats Musqués par des techniques bactériologiques..... 160
Petter (**F.**). — Note préliminaire sur l'éthologie et l'écologie de Psammonys obesus Cretzschmar 157
Post (**G.**). — Effets de l'Aldrine sur les oiseaux 164
Schifferli (**A.**). — Au sujet de la lutte contre le Hanneton avec les insecticides récents et de ses conséquences sur la faune sauvage ... 164

Sealander (**J. A.**). — Rôle de la protection des nids et du groupement des individus dans la résistance des *Peromyscus* aux basses températures 157
Sealander (**J. A.**). — Relation chez *Peromyscus* de la consommation de nourriture avec la température de l'air et avec le changement de température 157
Shanks (**C. E.**) et **Arthur** (**G. C.**). — Mouvements des Rats musqués et dynamique de leur population dans les étangs d'élevage et sur les cours d'eau du Missouri 156
Sparks (**W. C.**). — Les habitudes alimentaires des souris et leur relation avec le poids spécifique du talon et de la couronne des tubercules de pomme de terre 155
Stephens (**M. N.**). — Observations saisonnières sur le Lapin de garenne dans l'Ouest du Pays de Galles 156
Trettau (**W.**). — Baguage organisé du Gobe-Mouche noir en Hesse . 162
Turcek (**F. J.**). — Stratification des populations aviaires au sein d'une quercetocarpineteraie de la Slovaquie méridionale 161
Young (**H.**), **Neess** (**J.**) et **Emlen** (**J. T.**). — Hétérogénéité des résultats de piégeage au sein d'une population de souris domestiques ... 155

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

(Les noms composés en caractères gras rappellent les travaux originaux)

A. (F. W.), 153.
Ames (R. W.) et Thornberry (H. H.) 153.
Andrewes (C. H.), 437.
Anonyme, 158.

Baker (R. R.), et Thomas (D. D.), 154.
Baldwin (P. H.), Schwartz (C. W.) et Reeder Schwartz (E. R.), 158.
Barnett (S. A.) et Spencer (M. M.) 154.
Barthelet (J.), 173.
Bawden (F. C.), Chaudhuri (P. R.) et Kassanis (B.), 146.
Bawden (F. C.) et Kassanis (B.), 137.
Bawden (F. C.) et Pirie (N. W.), 435.
Beemster (A. B. R.) et Van der Want (J. P. H.), 148.
Bernaux (P.), 291.
Black (L. M.) et Brakke (M. K.), 122.
Boubals (D.) et **Vergnes (A.)**, 209.
Brakke (M. K.), Blake (L. M.) et Wyckoff (R. W. C.), 138.
Braun (A. C.), 134.
Brierley (P.), 297.
Brierley (P.), 305.
Brierley (P.), 521.
Brierley (P.), Parker (M. W.) et Borthwick (H. A.), 152.
Broadbent (L.), 139.
Broadbent (L.), Gregory (P. H.) et Tinsley (T. W.), 298.
Broadbent (L.) et Tinsley (T. X.), 150.
Brock (R. D.), 440.
Busnel (Mme M. C.), 333.

Cadman (C. H.), 303.
Caldwell (J.), 124.
Chamberlain (E. E.) et Fry (P. R.), 146.
Chancogne (Mlle M.), Grison (P.) et **Viel (G.)**, 467.
Commoner (B.) et Merces (F.), 300.
Coons (G. H.), 443.
Costa (A. S.), 130.
Cremer (M. C.), 441.

Darby (J. F.), Larson (R. H.) et Walker (J. C.), 142.
Darby (J. F.), Larson (R. H.), et Walker (J. C.), 297.
Davis (David), 519.
De Bruyn Ouboter (M. P.), 140.
De Bruyn Ouboter (M. P.), Beijer (J.J .) et Van Slogteren (E.), 294.
Delmas (H. G.), 59.
Dicker (G. H. L.), 151.
Drost (R.) et Schuz (E.), 161.

Eadie (W. R.), 157.
Eng (R. L.), 163.

Forster (R.), 300.
Frank (F.), 159.
Freitag (J. H.), 149.
Freitag (J. H.), Frazier (N. W.) et Flock (R. A.), 296.
Frings (H.) et Boyd (W. A.), 162.
Fulton (R. W.), 520.

G.... (P.), 162.
Gaudineau (Mlle M.) et **Messiaen (C. M.)**, 185.
Gerber (R.), 163.
Giban (J.), 1.
Giban (J.), 13.
Girard et Chavanne, 159.
Glass (B. P.), 155.
Grognan (R. G.), Welch (J. E.) et Roy Bardin, 302.
Gunderson (H.), 158.

Hansen (S. E.), 140.
Hanson (W. R.), 164.
Hartman (R. T.) et Price (W. C.), 126.
Hascoët (M.), 307.
Heinze (K.), 520.
Henning (W. L.), 156.

Henning (W. L.), 160.
Hilbrich (P.), 163.
Hoffmann (A.), 423.
Howard (W. E.) et Hjersman (H. A.) 161.
Hutton (E. M.) et Peak (J. W.), 141.

Ingles (L. G.), 156.

Johnson (J.), 136.

Kassanis (B.), 125.
Kassanis (B.), 136.
Ken Knight (G.), 152.
Kirkpatrick (H. C.) et Ross (A. Frank), 298.
Klinkowski (M.), 299.
Knight (C. A.), 133.
Kohler (E.), 141.
Kommedahl (T.), Christensen (J. J.) et Schwinghamer (E.), 291.

Leben (C.) et Fulton (R. W.), 293.
Lihnell (D.), 302.
Lindner (R. C.) et Kirkpatrick (H. C.), 449.
Littau (V. C.) et Blak (L. L.), 126.
Llewellyn (L. M.) et Uhler (F. M.), 158.
Loclkey (R. M.), 161.

Matousek (B.), 162.
Matthews (R. E. F.), 127.
Miller (P. W.), 151.
Moorhead, Ellen (L.) et Price (W. C.), 131.
Mosansky (A.), 161.
Mulder (D.), 304.

Nelis (P.), Lafontaine (A.), Cleempoel (S.), Van den Bruel (W. E.) et Moens (R.), 160.
Nepveu (P.), 445.
Newton (N.), 135.
Nichols (C. W.), 300.

Oswald (J. W.) et Horeston (B. R.), 150.
Ozer (Mustapha), 479.

Pavillard (J.), 295.
Pen Ching cheo et Pound (G. S.), 144.
Petter (F.), 157.
Ponchet (J.), 91.
Posnette (A. F.), 297.
Posnette (A. F.), 444.
Post (G.), 164.
Pound (G. S.) et Pen Ching Cheo, 143.
Prentice (I. W.), 303.
Price (W. C.) et Fenne (S. B.), 301.

Quantz (L.), 151.

Raucourt (M.), Viel (G.) et **Chancogne (Mlle M.),** 459.
Raucourt (M.), Viel (G.) et **Chevrel (J.),** 227.
Raychauduri (S. P.), 302.
Raychauduri (S. P.), 443.
Robert (P.), 257.
Roberts (D. A.), 123.
Rodenhiser (H. A.), 292.
Roland (G.), 442.
Roland (G.), 442.
Roland (G.), 444.
Ross (A. F.), Rochow (W. F.) et Siegel (B. M.), 137.

Sackston (W. E.), 292.
Schifferli (A.), 164.
Sealander (J. A.), 157.
Sealander (J. A.), 157.
Segrétain (G.), 295.
Shanks (C. E.) et Arthur (G. C.), 156.
Sill (W. H.), Burger (W. C.), Stahmann (M. A.) et Walker (J. C.), 301.
Sill (W. H. Jr) et Walker (J. C.), 144.
Singer (S. J.), Bald (J. G.), Wildman (S. G.) et Owen (R. D.), 135.
Slagle (C. W.), Sylvia Wolcyrz et Price (W. C.), 130.
Smith (K. M.), 154.
Sparks (W. C.), 155.
Sprau (F.), 299.
Sprau (F.), 299.
Station centrale de pathologie végétale, 511.
Steere Russell (L.), 132.
Steere Russell (L.) et Robley (C.) Williams, 131.
Stephens (M. N.), 156.

Takahashi (W. N.), 303.
Thompkins (C. M.) et Severin (H. H. P.), 146.
Thung (T. H.), 127.
Thung (T. H.), 444.
Thung (T. H.) et Hadwidjaja, 148.
Thung (T. H.) et Van der Want (J. P. H.), 294.

TRETTAU (W.), 162.
TURCEK (F. J.), 161.

Vago (**C.**), 319.
VALLEAU (W. D.), 129.
VAN DER WANT (J. P. H.), 133.
VAN DER WANT (J. P. H.), 517.
VAN RAALTE (M. H.) et VAN DER WANT (J. P. H.), 519.
VAN SLOGTEREN (D. H. M.), 440.
Vasseur (**R.**) et **Benassy** (**C.**), 283.
Vasseur (**R.**) et **Bianchi** (**H.**), 45.
Vasseur (**R.**) et **Schvester** (**D.**), 167.
Viennot-Bourgin (**G.**), 23.
VOLKE (J.), BODE (O.) et HANSCHILD (I.), 518.
VUITTENEZ (A.), 303.
VUITTENEZ (A.), 303.

WALTERS (H. J.), 295.
WATSON (M. A.), HULL (R.), BLENCOWE (J. W.) et HAMLYN (B. M. G.), 150.
WEAVER (E. P.) et PRICE (W. C.), 133.
WEINTRAUB (M.), GILPATRICK (J. D.) et WILLISON (R. S.), 123.
WILKINSON (R. E.), 518.
WILKINSON (R. E.) et HIRSCH (URSULA), 302.
WILLISON (R. S.), 145.

YARWOOD (C. E.), 121.
YARWOOD (C. E.), 128.
YARWOOD (C. E.), 132.
YARWOOD (C. E.), 134.
YOUNG (H.), NEESS (J.) et EMLEN (J. T.), 155.

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 26-2-1954.

Dépôt légal : 1er trimestre 1954 *N° d'impression : 249*

4e Année. — N° 1 (Trimestriel). Janvier-Février-Mars 1953

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

LES ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

L'attention des lecteurs des Annales de l'Institut national de la Recherche agronomique est appelée sur la réorganisation de cette publication qui vient d'être achevée au cours de l'année 1952.

Les travaux effectués dans les stations et laboratoires de l'Institut national de la Recherche agronomique peuvent être classés dans onze disciplines ou groupes de recherches : Étude des sols et fertilisation — Bioclimatologie — Physiologie végétale — Génétique végétale — Pathologie végétale — Zoologie agricole — Physiologie appliquée à l'élevage — Nutrition et alimentation du bétail — Élevage et génétique animale — Technologie des produits animaux — Technologie des produits végétaux.

Aussi l'Institut national de la Recherche agronomique a-t-il décidé en 1950 de remplacer ses anciennes publications, dont certaines avaient dû cesser de paraître en raison des circonstances, par un périodique homogène couvrant l'ensemble de ses travaux : LES ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE.

Pour la commodité des lecteurs, les Annales ont été divisées en cinq séries, de périodicité différente, concernant chacune un secteur de recherches, auxquelles on peut s'abonner ensemble ou séparément :

Série « A » : ANNALES AGRONOMIQUES — Science du sol, Fertilisation, Bioclimatologie, Physiologie végétale (couverture blanche) — Cette série, dont le premier numéro a paru en janvier 1950, succède aux Annales agronomiques fondées en 1875 par Dehérain. Elle comporte six fascicules par an.

Série « B » : ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES — Génétique, Sélection, Techniques culturales (couverture verte) — Cette série succède aux anciennes Annales de Phytogénétique interrompues depuis 1940. Le 1er numéro a paru en janvier 1951 (tous les numéros parus sont encore disponibles). Elle comporte 4 fascicules par an.

Série « C » : ANNALES DES ÉPIPHYTIES — Pathologie végétale, Zoologie agricole, Phytopharmacie (couverture rouge) — Cette série succède aux anciennes Annales des Épiphyties dont la parution a été suspendue pendant l'année 1949.

Le 1er numéro a paru en janvier 1950. Tous les numéros parus sont disponibles à l'exclusion des numéros 1 et 2 de l'année 1950 qui sont épuisés. Cette série comporte 4 fascicules par an.

Série « D » : ANNALES DE ZOOTECHNIE — Physiologie animale, Nutrition et alimentation, Génétique et sélection, Élevage (couverture jaune) — Série entièrement nouvelle; le n° 1 a paru en 1952. Elle comporte 4 fascicules. Les 4 fascicules 1952 sont actuellement disponibles.

Série « E » : ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE — Conservation et transformation des produits agricoles (couverture grise) — Cette série succède aux Annales de Technologie interrompues depuis 1940. Les trois premiers numéros, qui sont encore disponibles, ont paru en 1952. A partir de 1953, cette série comportera 4 fascicules.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.
Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres ..... MM. les Professeurs BRESSOU, Joseph LEFEVRE, TERROINE.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique.
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.
Série B. — *Amélioration des plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.
Série C. — *Epiphyties :* M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.
Série D. — *Zootechnie :* MM. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.
A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique.
Série E. — *Technologie agricole :* M. FLANZY, Directeur de la Station Centrale de Recherche sur l'Œnologie, la Cidrerie et les Jus de fruits.
M. MOCQUOT, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et de Recherche laitière.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1953

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.000	3.600	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	325
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	325

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut 7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 9064-43).

TABLE DES MATIÈRES

GIBAN (J.). — Toxicité d'ingestion du chlorure mercurique.... 1

GIBAN (J.). — Toxicité comparée des sels de sodium, baryum et calcium du dinitroorthocresol 13

VIENNOT-BOURGIN (G.). — Un parasite nouveau de l'oignon en France 23

VASSEUR (R.) et BIANCHI (H.). — Sur l'efficacité de produits insecticides divers utilisés contre les cochenilles diaspines des arbres fruitiers en traitements d'hiver..... 45

DELMAS (H. G.). — L'oïdium de l'abricotier en Roussillon.... 59

NOTES PHYTO-SANITAIRES : PONCHET (J.). — Rapport de la mission d'études sur les maladies des céréales aux États-Unis, effectuée en 1951 91

DOCUMENTATION 121

4e Année. — No 2. (Trimestriel) Avril-Mai-Juin 1953

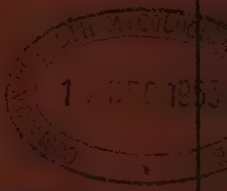
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

LES ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

L'attention des lecteurs des Annales de l'Institut national de la Recherche agronomique est appelée sur la réorganisation de cette publication qui vient d'être achevée au cours de l'année 1952.

Les travaux effectués dans les stations et laboratoires de l'Institut national de la Recherche agronomique peuvent être classés dans onze disciplines ou groupes de recherches : Étude des sols et fertilisation — Bioclimatologie — Physiologie végétale — Génétique végétale — Pathologie végétale — Zoologie agricole — Physiologie appliquée à l'élevage — Nutrition et alimentation du bétail — Élevage et génétique animale — Technologie des produits animaux — Technologie des produits végétaux.

Aussi l'Institut national de la Recherche agronomique a-t-il décidé en 1950 de remplacer ses anciennes publications, dont certaines avaient dû cesser de paraître en raison des circonstances, par un périodique homogène couvrant l'ensemble de ses travaux : LES ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE.

Pour la commodité des lecteurs, les Annales ont été divisées en cinq séries, de périodicité différente, concernant chacune un secteur de recherches, auxquelles on peut s'abonner ensemble ou séparément :

Série « A » : ANNALES AGRONOMIQUES — Science du sol, Fertilisation, Bioclimatologie, Physiologie végétale (couverture blanche) — Cette série, dont le premier numéro a paru en janvier 1950, succède aux Annales agronomiques fondées en 1875 par Dehérain. Elle comporte six fascicules par an.

Série « B » : ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES — Génétique, Sélection, Techniques culturales (couverture verte) — Cette série succède aux anciennes Annales de Phytogénétique interrompues depuis 1940. Le 1er numéro a paru en janvier 1951 (tous les numéros parus sont encore disponibles). Elle comporte 4 fascicules par an.

Série « C » : ANNALES DES ÉPIPHYTIES — Pathologie végétale, Zoologie agricole, Phytopharmacie (couverture rouge) — Cette série succède aux anciennes Annales des Épiphyties dont la parution a été suspendue pendant l'année 1949.

Le 1er numéro a paru en janvier 1950. Tous les numéros parus sont disponibles à l'exclusion des numéros 1 et 2 de l'année 1950 qui sont épuisés. Cette série comporte 4 fascicules par an.

Série « D » : ANNALES DE ZOOTECHNIE — Physiologie animale, Nutrition et alimentation, Génétique et sélection, Élevage (couverture jaune) — Série entièrement nouvelle; le n° 1 a paru en 1952. Elle comporte 4 fascicules. Les 4 fascicules 1952 sont actuellement disponibles.

Série « E » : ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE — Conservation et transformation des produits agricoles (couverture grise) — Cette série succède aux Annales de Technologie interrompues depuis 1940. Les trois premiers numéros, qui sont encore disponibles, ont paru en 1952. A partir de 1953, cette série comportera 4 fascicules.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.
Directeur : R. BRAGONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres..... MM. les Professeurs BRESSOU, Joseph LEFEVRE, TERROINE.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique.
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.

Série B. — *Amélioration des plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties :* M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.

Série D. — *Zootechnie :* MM. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.
A.-M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique.

Série E. — *Technologie agricole :* M. FLANZY, Directeur de la Station Centrale de Recherche sur l'Œnologie, la Cidrerie et les Jus de fruits.
M. MOCQUOT, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et de Recherche laitière.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1953

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.000	3.600	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	325
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	325

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut
7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 9064-43).

TABLE DES MATIÈRES

VASSEUR (R.) et SCHVESTER (D.). — Procédés de lutte contre le Xylébore disparate 167

BARTHELET (J.). — Le Mildiou de l'Œillet 173

GAUDINEAU (M.) et MESSIAEN (C.-M.). — Mildiou de la Vigne et nouveaux produits de lutte 185

BOUBALS (D.) et VERGNES (A.). — Essais de fongicides organiques dans la lutte contre le mildiou de la vigne 209

RAUCOURT (M.), VIEL (G.) et CHEVREL (J.). — Étude sur les traitements aériens par poudrage (1) 227

ROBERT (P.). — L'évolution d'une population de hannetons, communs dans un foyer simple à Ronffach 257

VASSEUR (R.) et BENASSY (C.). — Sur la faune parasitaire du Pou de San José dans la région Lyonnaise 283

Documentation 291

4e Année. — N° 3. (Trimestriel) Juillet-Août-Septembre 1953

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler - Paris

LES ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

L'attention des lecteurs des Annales de l'Institut national de la Recherche agronomique est appelée sur la réorganisation de cette publication qui vient d'être achevée au cours de l'année 1952.

Les travaux effectués dans les stations et laboratoires de l'Institut national de la Recherche agronomique peuvent être classés dans onze disciplines ou groupes de recherches : Étude des sols et fertilisation — Bioclimatologie — Physiologie végétale — Génétique végétale — Pathologie végétale — Zoologie agricole — Physiologie appliquée à l'élevage — Nutrition et alimentation du bétail — Élevage et génétique animale — Technologie des produits animaux — Technologie des produits végétaux.

Aussi l'Institut national de la Recherche agronomique a-t-il décidé en 1950 de remplacer ses anciennes publications, dont certaines avaient dû cesser de paraître en raison des circonstances, par un périodique homogène couvrant l'ensemble de ses travaux : LES ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE.

Pour la commodité des lecteurs, les Annales ont été divisées en cinq séries, de périodicité différente, concernant chacune un secteur de recherches, auxquelles on peut s'abonner ensemble ou séparément:

Série « A » : ANNALES AGRONOMIQUES — Science du sol, Fertilisation, Bioclimatologie, Physiologie végétale (couverture blanche) — Cette série, dont le premier numéro a paru en janvier 1950, succède aux Annales agronomiques fondées en 1875 par Dehérain. Elle comporte six fascicules par an.

Série « B » : ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES — Génétique, Sélection, Techniques culturales (couverture verte) — Cette série succède aux anciennes Annales de Phytogénétique interrompues depuis 1940. Le 1er numéro a paru en janvier 1951 (tous les numéros parus sont encore disponibles). Elle comporte 4 fascicules par an.

Série « C » : ANNALES DES ÉPIPHYTIES — Pathologie végétale, Zoologie agricole, Phytopharmacie (couverture rouge) — Cette série succède aux anciennes annales des Épiphyties dont la parution a été suspendue pendant l'année 1949.

Le 1er numéro a paru en janvier 1950. Tous les numéros parus sont disponibles à l'exclusion des numéros 1 et 2 de l'année 1950 qui sont épuisés. Cette série comporte 4 fascicules par an.

Série « D » : ANNALES DE ZOOTECHNIE — Physiologie animale, Nutrition et alimentation, Génétique et sélection, Élevage (couverture jaune) — Série entièrement nouvelle ; le n° 1 a paru en 1952. Elle comporte 4 fascicules. Les 4 fascicules 1952 sont actuellement disponibles.

Série « E » : ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE — Conservation et transformation des produits agricoles (couverture grise) — Cette série succède aux Annales de Technologie interrompues depuis 1940. Les trois premiers numéros, qui sont encore disponibles, ont paru en 1952. A partir de 1953, cette série comportera 4 fascicules.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-11.
Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres..... MM. les Professeurs BRESSOU, Joseph LEFEVRE, TERROINE.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique.
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie.
Série B. — *Amélioration des plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes.
Série C. — *Epiphyties :* M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.
Série D. — *Zootechnie :* M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.
M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique.
Série E. — *Technologie agricole :* M. FLANZY, Directeur de la Station Centrale de Recherches sur l'Œnologie, la Cidrerie et les Jus de fruits.
M. MOCQUOT, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et de Recherches laitières.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1953

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.000	3.600	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	325
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	325

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut 7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 9064-43).

TABLE DES MATIÈRES

HASCOËT (M.). — Étude sur les traitements aériens par poudrage 307

VAGO (C.). — La Polyédrie de Thaumetopoea pityocampa 319

BUSNEL (M.-C.). — Contribution à l'étude des émissions acoustiques des Orthoptères 333

NOTES PHYTOSANITAIRES : HOFFMANN (A.). — Répertoire analytique des espèces animales nuisibles aux cultures en France. 423

DOCUMENTATION 435

4e Année. — N° 4. (Trimestriel) Octobre-Novembre-Décembre 1953

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler - Paris

12 MAY 1954

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-11.
Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres..... MM. les Professeurs BRESSOU, Joseph LEFEVRE, TERROINE.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique.
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie
Série B. — *Amélioration des plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station Centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes.
Série C. — *Epiphyties :* M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.
Série D. — *Zootechnie :* M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.
M. LEROY, Professeur à l'Institut National Agronomique.
Série E. — *Technologie agricole :* M. FLANZY, Directeur de la Station Centrale de Recherches sur l'Œnologie, la Cidrerie et les Jus de fruits.
M. MOCQUOT, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et de Recherches laitières.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1953

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.000	3.600	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	325
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	325

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut
7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 9064-43).

LES ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

L'attention des lecteurs des Annales de l'Institut national de la Recherche agronomique est appelée sur la réorganisation de cette publication qui vient d'être achevée au cours de l'année 1952.

Les travaux effectués dans les stations et laboratoires de l'Institut national de la Recherche agronomique peuvent être classés dans onze disciplines ou groupes de recherches : Étude des sols et fertilisation — Bioclimatologie — Physiologie végétale — Génétique végétale — Pathologie végétale — Zoologie agricole — Physiologie appliquée à l'élevage — Nutrition et alimentation du bétail — Élevage et génétique animale — Technologie des produits animaux — Technologie des produits végétaux.

Aussi l'Institut national de la Recherche agronomique a-t-il décidé en 1950 de remplacer ses anciennes publications, dont certaines avaient dû cesser de paraître en raison des circonstances, par un périodique homogène couvrant l'ensemble de ses travaux : LES ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE.

Pour la commodité des lecteurs, les Annales ont été divisées en cinq séries, de périodicité différente, concernant chacune un secteur de recherches, auxquelles on peut s'abonner ensemble ou séparément:

Série « A » : ANNALES AGRONOMIQUES — Science du sol, Fertilisation, Bioclimatologie, Physiologie végétale (couverture blanche) — Cette série, dont le premier numéro a paru en janvier 1950, succède aux Annales agronomiques fondées en 1875 par Dehérain. Elle comporte six fascicules par an.

Série « B » : ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES — Génétique, Sélection, Techniques culturales (couverture verte) — Cette série succède aux anciennes Annales de Phytogénétique interrompues depuis 1940. Le 1er numéro a paru en janvier 1951 (tous les numéros parus sont encore disponibles). Elle comporte 4 fascicules par an.

Série « C » : ANNALES DES ÉPIPHYTIES — Pathologie végétale, Zoologie agricole, Phytopharmacie (couverture rouge) — Cette série succède aux anciennes annales des Épiphyties dont la parution a été suspendue pendant l'année 1949.

Le 1er numéro a paru en janvier 1950. Tous les numéros parus sont disponibles à l'exclusion des numéros 1 et 2 de l'année 1950 qui sont épuisés. Cette série comporte 4 fascicules par an.

Série « D » : ANNALES DE ZOOTECHNIE — Physiologie animale, Nutrition et alimentation, Génétique et sélection, Élevage (couverture jaune) — Série entièrement nouvelle ; le n° 1 a paru en 1952. Elle comporte 4 fascicules. Les 4 fascicules 1952 sont actuellement disponibles.

Série « E » : ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE — Conservation et transformation des produits agricoles (couverture grise) — Cette série succède aux Annales de Technologie interrompues depuis 1940. Les trois premiers numéros, qui sont encore disponibles, ont paru en 1952. A partir de 1953, cette série comportera 4 fascicules.

TABLE DES MATIÈRES

NEPVEU (P.). — Observations sur la morphologie et la biologie des Sesamies du maïs et du sorgho en France 445

RAUCOURT (M.), VIEL (G.) et CHANCOGNE (Mlle M.). — Étude des actions ovicides, IV 459

CHANCOGNE (Mlle M.), GRISON (P.) et VIEL (G.). — Étude des actions ovicides, V 467

OZER (M.). — Contribution à l'étude biologique de la Teigne des farines 479

NOTES PHYTOSANITAIRES 511

DOCUMENTATION 517